

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-131883

(P2002-131883A)

(43) 公開日 平成14年5月9日 (2002.5.9)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード* (参考) |
|--------------------------------------|----------------|--------------|----------------------------|
| G 0 3 F 1/08 | | G 0 3 F 1/08 | A 2 H 0 9 5 L 2 H 0 9 7 |
| 7/20 | 5 0 2 5 0 5 | 7/20 | 5 0 2 5 0 5 |
| 9/00 | | 9/00 | H |
| 審査請求 未請求 請求項の数45 O L (全 26 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2000-328159 (P2000-328159)

(22) 出願日 平成12年10月27日 (2000.10.27)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 田中 稔彦

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 長谷川 昇雄

東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式

会社日立製作所デバイス開発センタ内

(74) 代理人 100080001

弁理士 筒井 大和

Fターム(参考) 2H095 BB03 BB08 BB14

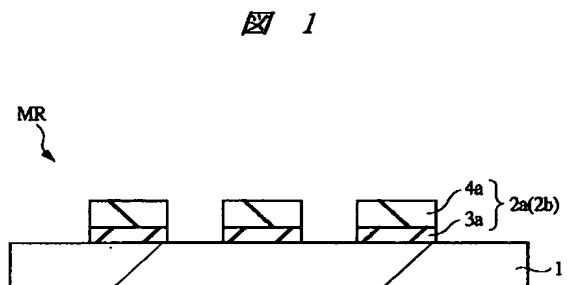
2H097 CA13 CA17 LA10

(54) 【発明の名称】 フォトマスクの製造方法およびフォトマスク

(57) 【要約】

【課題】 波長200nm以上の露光光を用いる場合でも十分な解像性を持つレジストマスクを得る。

【解決手段】 パターン転写用の有機膜からなる遮光パターン2aを、波長200nm以上の露光光に対しても遮光性または減光性を示す吸光性有機膜3aと、主としてこれをパターンニングするためのレジスト膜4aとの積層膜で構成した。



MR: レジストマスク

1: マスク基板

2a: 遮光パターン

2b: ハーフトーンパターン (減光パターン)

3a: 吸光性有機膜 (第1有機膜)

4a: レジスト膜 (第2有機膜)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に露光光に対して減光性を有する第1有機膜を堆積する工程、(b) 前記第1有機膜上に感光性を有する第2有機膜を堆積する工程、(c) 前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程、(d) 前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより第2有機膜をパターンニングする工程、(e) 前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより減光パターンを形成する工程。

【請求項2】 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に露光光に対して遮光性を有する第1有機膜を堆積する工程、(b) 前記第1有機膜上に感光性を有する第2有機膜を堆積する工程、(c) 前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程、(d) 前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより第2有機膜をパターンニングする工程、(e) 前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより遮光パターンを形成する工程。

【請求項3】 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に金属膜を堆積する工程、(b) 前記金属膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域に金属膜の遮光パターンを形成する工程、(c) 前記マスク基板上に、前記金属膜の遮光パターンを覆うように、露光光に対して減光性を有する第1有機膜を堆積する工程、(d) 前記第1有機膜上に感光性を有する第2有機膜を堆積する工程、(e) 前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程、(f) 前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより第2有機膜をパターンニングする工程、(g) 前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域に有機膜の減光パターンを形成する工程。

【請求項4】 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に金属膜を堆積する工程、(b) 前記金属膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域に金属膜の遮光パターンを形成する工程、(c) 前記マスク基板上に、前記金属膜の遮光パターンを覆うように、露光光に対して遮光性を有する第1有機膜を堆積する工程、(d) 前記第1有機膜上に感光性を有する第2有機膜を堆積する工程、(e) 前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程、(f) 前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより第2有機膜をパターンニングする工程、(g) 前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域

に有機膜の遮光パターンを形成する工程。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記マスク基板のパターン転写領域の外周の周辺領域に金属膜の遮光パターンを形成し、その周辺領域の金属膜の遮光パターンの一部を開口してなる光透過パターンで形成されるマークパターンまたは前記マスク基板のパターン転写領域の外周の周辺領域に金属膜の遮光パターンをからなるマークパターンの少なくとも一方を形成し、そのマークパターンを参照して前記所望のパターンを第2有機膜に露光することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第2有機膜上に導電膜を堆積した後、前記所望のパターンを電子線を用いて露光することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項7】 請求項1～5のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第1有機膜は、導電性を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項8】 請求項7記載のフォトマスクの製造方法において、前記第1有機膜は、ポリアニリンを含有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項9】 請求項1～5のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記所望のパターンをレーザ光を用いて露光することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項10】 請求項1～9のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第1有機膜は、200nm以上の波長の露光光を吸収する性質を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項11】 請求項10記載のフォトマスクの製造方法において、前記露光光がKrFエキシマレーザ光、超高圧水銀ランプのi線または超高圧水銀ランプのg線であることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項12】 請求項1～11のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第1有機膜を塗布法によって形成することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項13】 請求項1～12のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第2有機膜の現像工程により前記第1有機膜をパターンニングすることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項14】 請求項1～13のいずれか1項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第1有機膜を堆積した後、前記第2有機膜を堆積する前に、前記第1有機膜の表面に対して、前記第1有機膜の現像液に対する現像レートを低減させる処理を施すことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項15】 請求項14記載のフォトマスクの製造方法において、前記第1有機膜と前記第2有機膜との間

にバリア層を形成することにより前記現像レートを低減させることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 16】 請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜のパターニングに際して、ドライエッチング法を用いることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 17】 透明マスク基板ブランクス上に吸光性有機膜および感光性有機膜を順次積層する工程と、所望のパターンを前記感光性有機膜に露光する工程と、感光性有機膜を現像し感光性有機膜パターンを形成する工程と、感光性有機膜パターンをマスキング層として前記吸光性有機膜を加工する工程を有することを特徴としたフォトマスクの製造方法。

【請求項 18】 透明マスク基板ブランクス上に吸光性有機膜および感光性有機膜を順次積層する工程と、前記感光性有機膜上に導電膜を堆積する工程と、前記感光性有機膜に電子線を用いて所望のパターンを描画する工程と、前記描画工程後の感光性有機膜を現像し感光性有機膜パターンを形成する工程と、前記感光性有機膜パターンをマスキング層として前記吸光性有機膜を加工する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 19】 透明マスク基板ブランクス上にレチクルアライメントマークと描画用合わせマークが形成された金属パターンを形成する工程と、吸光性有機膜および感光性有機膜を順次積層する工程と、前記感光性有機膜上に導電膜を堆積する工程と、電子線を用いて前記描画用合わせマークの位置を参照して所望のパターンを前記感光性有機膜に描画する工程と、前記感光性有機膜を現像し感光性有機膜パターンを形成する工程と、前記感光性有機膜パターンをマスキング層として前記吸光性有機膜を加工する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 20】 請求項 17、18 または 19 記載のフォトマスクの製造方法において、前記吸光性有機膜が KrF エキシマレーザ光、超高圧水銀ランプの i 線または超高圧水銀ランプの g 線に対して光を吸収する性質を持つことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 21】 請求項 17～20 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記吸光性有機膜の形成工程が塗布形成工程であることを特徴としたフォトマスクの製造方法。

【請求項 22】 請求項 17～21 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記感光性有機膜の現像工程により前記吸光性有機膜の加工がなされることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 23】 請求項 17～22 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記吸光性有機膜を堆積した後、前記感光性有機膜を堆積する前に、前記吸光性有機膜の表面に対し前記感光性有機膜の現像液に対する現像レートを低減させる処理を施す工程を有す

ることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 24】 請求項 23 記載のフォトマスクの製造方法において、前記現像レートを低減させる手段として、前記吸光性有機膜と感光性有機膜との間にバリア層を形成することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 25】 マスク基板上に形成された減光パターンが、露光光に対して減光性を有する第 1 有機膜と、マスクパターン形成用の露光光に対して感光性を有する第 2 有機膜との積層膜からなることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 26】 請求項 25 記載のフォトマスクにおいて、前記マスク基板のパターン転写領域に、前記第 1、第 2 有機膜の積層膜からなる減光パターンと、金属膜からなる遮光パターンとを設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項 27】 請求項 25 または 26 記載のフォトマスクにおいて、波長 λ の露光光に対する前記第 2 有機膜の屈折率を n_1 、前記第 1 有機膜の屈折率を n_2 、前記第 2 有機膜の膜厚を d_1 、前記第 1 有機膜の膜厚を d_2 とすると、 $((n_1 - 1)d_1 + (n_2 - 1)d_2) / \lambda$ が $5/4$ 以上、 $7/4$ 以下、または $9/4$ 以上、 $11/4$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 28】 マスク基板上に形成された遮光パターンが、露光光に対して遮光性を有する第 1 有機膜と、マスクパターン露光用の露光光に対して感光性を有する第 2 有機膜との積層膜からなることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 29】 請求項 28 記載のフォトマスクにおいて、前記マスク基板のパターン転写領域に、前記第 1、第 2 有機膜の積層膜からなる遮光パターンと、金属膜からなる遮光パターンとを設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項 30】 請求項 28 または 29 記載のフォトマスクにおいて、前記第 1 有機膜の露光光に対する消衰係数が 0.20 以上であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 31】 マスク基板上に形成された減光パターンが、露光光に対して減光性を有する第 1 有機膜と、マスクパターン露光用の露光光に対して感光性を有する第 2 有機膜との積層膜からなり、前記第 2 有機膜のパターンの端部は、前記第 1 有機膜のパターンの端部よりも張り出していることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 32】 請求項 31 記載のフォトマスクにおいて、前記第 2 有機膜の厚さ d は、波長 λ の露光光に対する前記第 2 有機膜の屈折率を n とすると、 $\lambda / (4(n - 1))$ 以上、 $3\lambda / (4(n - 1))$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 33】 請求項 32 記載のフォトマスクにおいて、前記第 2 有機膜の張り出し量が、露光装置の投影レンズの縮小率を $1/M$ としたとき、 $0.05/M (\mu\text{m})$

以上、 $0.15/M(\mu m)$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項34】 請求項25～33のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記第1有機膜は、 $200nm$ 以上の波長の露光光を吸収する性質を有することを特徴とするフォトマスク。

【請求項35】 請求項34記載のフォトマスクにおいて、前記露光光がKrFエキシマレーザ光、超高圧水銀ランプのi線または超高圧水銀ランプのg線であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項36】 請求項25～35のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記マスク基板においてパターン転写領域外周の周辺領域に、金属膜からなる遮光パターンを設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項37】 請求項36記載のフォトマスクにおいて、前記金属膜からなる遮光パターンの一部を開口してなる光透過パターンによりマークパターンを形成したことを特徴とするフォトマスク。

【請求項38】 請求項37記載のフォトマスクにおいて、前記マークパターンが、フォトマスクの置かれている位置を露光装置に示すレチクルアライメントマークであることを特徴とするフォトマスク。

【請求項39】 請求項25～38のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記第1、第2有機膜を、前記マスク基板において他の装置に接触する部分に配置されないように設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項40】 請求項25～39のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記第1有機膜は、導電性を有することを特徴とするフォトマスク。

【請求項41】 請求項40記載のフォトマスクにおいて、前記第1有機膜は、ポリアニリンを含有することを特徴とするフォトマスク。

【請求項42】 透明基板と、露光光を減光する減光膜を備え、前記減光膜には所望のパターンが形成されている露光用のフォトマスクにおいて、前記減光膜は吸光性有機膜と感光性有機膜を順次積層したものからなり、前記吸光性有機膜の露光光に対する光吸収係数が前記感光性有機膜より高いことを特徴とするフォトマスク。

【請求項43】 透明基板と、露光光を減光する減光膜を備え、前記減光膜には所望のパターンが形成されている露光用のフォトマスクにおいて、前記減光膜は吸光性有機膜と感光性有機膜を順次積層したものからなり、波長 λ の露光光に対する該レジスト膜の屈折率を n とすると前記感光性有機膜の膜厚 d が $\lambda/(4(n-1))$ 以上、 $3\lambda/(4(n-1))$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項44】 請求項43記載のフォトマスクにおいて、前記感光性有機物のパターンの幅よりも、前記吸光性有機物のパターン幅が小さく、前記所望のパターンのリム部に感光性有機物のパターンの端部が張り出してい

ることを特徴とするフォトマスク。

【請求項45】 請求項44記載のフォトマスクにおいて、前記感光性有機物の張り出し量が、露光装置の投影レンズの縮小率を $1/M$ としたとき $0.05/M(\mu m)$ 以上、 $0.15/M(\mu m)$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォトマスクの製造方法およびフォトマスク技術に関し、例えば半導体ウエハ（以下、単にウエハと言う）等に所定のパターンを転写するフォトリソグラフィ（以下、単にリソグラフィという）に際して用いるフォトマスク（以下、単にマスクという）技術に適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体集積回路装置の製造においては、微細パターンをウエハ上に転写する方法として、リソグラフィ技術が用いられる。リソグラフィ技術においては、主に投影露光装置が用いられる。投影露光装置に装着したマスクのパターンをウエハ上に転写してデバイスパターンを形成する。

【0003】 通常マスクは、透明なマスク基板上に形成されたクロム（Cr）等のような遮光性を有する金属膜あるいはMoSi、ZrSiOまたはSiN等のような減光性または遮光性を有する無機膜を加工して作製される。すなわち、通常マスクは、上記透明なマスク基板上に上記金属膜あるいは無機膜が所望の形状で形成されて構成されている。

【0004】 この金属膜または無機膜は、通常スパッタリング法で形成される。その金属膜の加工は、例えば次の通りである。すなわち、まず、金属膜上にレジスト膜を塗布した後、そのレジスト膜に所望のパターンを描画する。続いて、現像により所望の形状のレジストパターンを形成した後、そのレジストパターンをマスクング層としてドライエッチングやウエットエッチングで金属膜を加工する。その後、レジストパターンを除去した後、洗浄等を行い、所望の形状の上記金属膜からなる遮光パターンを透明なマスク基板上に形成する。無機膜の場合も同様である。

【0005】 しかし、この構成のマスクでは、製造工程数が多く、コストが高くなる問題がある。マスクの製造工程の簡略化および低コスト化を目的として、例えば特開平5-2189307号公報においては、遮光膜をレジスト膜で形成する、いわゆるレジストマスク法が開示されている。この方法は、通常の電子線感応レジスト膜や光感応レジスト膜が波長が $200nm$ 程度以下の真空紫外光を遮光する性質を利用したものである。この方法によれば遮光膜のエッチング工程やレジスト膜の除去工程が不要となり、マスクのコスト低減、工程の簡略化に

よるTATの短縮が可能である。近年は、半導体集積回路装置の開発競争が進みデバイスデバッグを加速する必要から複数枚のマスクが必要となり、マスクを低コストで作る必要性が高まっている。また、マスクを短期間(TAT: Turn Around Time)で作製する必要も高まっている。特に、少量多品種のシステムLSI (Large Scale Integrated circuit) の需要が高まっているため、この要求は強まっている。これらの観点からマスクの短期間で製造することやマスクのコストを下げるのが益々要求されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記レジストマスク技術においては、以下の課題があることを本発明者は見出した。

【0007】すなわち、上記レジストマスクにおける遮光用のレジスト膜は、波長200nm以上の光に対して充分な遮光性を得ることができないので、上記レジストマスクでは、波長200nm以上の露光光を用いる露光処理において、充分な解像性を得ることができないという問題がある。

【0008】本発明の目的は、波長200nm以上の露光光を用いる場合でも充分な解像性を持つレジストマスクを得ることのできる技術を提供することにある。

【0009】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0011】すなわち、本発明は、マスク基板上に、露光光に対して減光性を有する第1有機膜と、感光性を有する第2有機膜との積層膜からなる減光パターンを形成するものである。

【0012】また、本発明は、前記減光パターンの形成領域を透過した露光光の位相は、減光パターンの無い開口領域を透過した露光光の位相に対して反転するものである。

【0013】また、本発明は、マスク基板上に、露光光に対して遮光性を有する第1有機膜と、感光性を有する第2有機膜との積層膜からなる遮光パターンを形成するものである。

【0014】また、本発明は、マスク基板上に露光光に対して減光性を有する第1有機膜を堆積した後、その上に第2有機膜を堆積する工程と、前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程と、前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより、前記第2有機膜のパターンを形成する工程と、前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより、前記第1、第2有機膜の積層膜からなる減光パター

ンを形成する工程とを有するものである。

【0015】また、本発明は、マスク基板上に露光光に対して遮光性を有する第1有機膜を堆積した後、その上に第2有機膜を堆積する工程と、前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程と、前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより、前記第2有機膜のパターンを形成する工程と、前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより、前記第1、第2有機膜の積層膜からなる遮光パターンを形成する工程とを有するものである。

【0016】

【発明の実施の形態】本願発明を詳細に説明する前に、本願における用語の意味を説明すると次の通りである。

【0017】1. マスク(光学マスク): マスク基板上に光を遮光するパターンや光の位相を変化させるパターンを形成したものである。実寸の数倍のパターンが形成されたレチクルも含む。マスクの第1主面とは、上記光を遮蔽するパターンや光の位相を変化させるパターンが形成されたパターン面であり、マスクの第2主面とは第1主面とは反対側の面(すなわち、裏面)のことを言う。

【0018】2. 通常のマスク、バイナリマスク: 上記マスクの一種であって、マスク基板上に、金属膜からなる遮光パターンと、光透過パターンとでマスクパターンを形成した一般的なマスクのことを言う。

【0019】3. レジストマスク: 上記マスクの一種であって、マスク基板上に、有機膜からなる遮光体(遮光膜、遮光パターン、遮光領域)を有するマスクを言う。

【0020】4. マスク(上記通常のマスクおよびレジストマスク)のパターン面を以下の領域に分類する。すなわち、転写されるべき集積回路パターン等が配置される領域を「パターン転写領域」といい、その外周の領域「周辺領域」と言う。

【0021】5. 「減光領域」、「減光膜」、「減光パターン」と言うときは、その領域に照射される露光光のうち、25%未満を透過させる光学特性を有することを示す。一般に15%未満のものが使われる。「遮光領域」、「遮光膜」、「遮光パターン」と言うときは、その領域に照射される露光光のうち、2%未満を透過させる光学特性を有することを示す。一般に1%以下のものが使われる。一方、「透明」、「透明膜」、「光透過パターン」と言うときは、その領域に照射される露光光のうち、60%以上を透過させる光学特性を有することを示す。一般に90%以上のものが使用される。

【0022】6. 露光光に対する有機膜の消費係数を k 、露光光の波長を λ 、吸光度を α とすると、 $k = (\lambda / 4\pi) \alpha \cdot l n_{10}$ で表せる。また、有機膜の透過率を T 、膜厚を d とすると、 $T = \exp(-4\pi k d / \lambda)$ で表せる。有機膜が吸光性有機膜とレジスト膜との積層膜の場合、 $T = \exp(-4\pi k_1 d_1 / \lambda) \times \exp(-4\pi k_2 d_2 / \lambda)$ で表せる。

$x p (-4 \pi k 2 d 2 / \lambda)$ で表せる。K 1 は吸光性有機膜の消衰係数、d 1 は吸光性有機膜の厚さ、K 2 はレジスト膜の消衰係数、d 2 はレジスト膜の厚さである。

【0023】7. 転写パターン：マスクによってウエハ上に転写されたパターンであって、具体的にはフォトレジストパターンおよびフォトレジストパターンをマスクとして実際に形成されたウエハ上のパターンを言う。

【0024】8. フォトレジストパターンは、感光性の有機膜をホトリソグラフィの手法により、パターンニングした膜パターンを言う。なお、このパターンには当該部分に関して全く開口のない単なるレジスト膜を含む。感光線源としては光のほか電子線、X線、荷電粒子線がある。感光性の有機膜としては有機物のみで構成されるものに加え、シリコン (Si) 等の無機物を含有しているものも含む。

【0025】9. 通常照明：非変形照明のことで、二次光源の光強度分布が比較的均一な照明を言う。

【0026】10. 変形照明：二次光源の中央部の照度を下げた照明であって、斜方照明、輪帯照明、4重極照明、5重極照明等の多重極照明またはそれと等価な瞳フィルタによる超解像技術を含む。

【0027】11. スキャンニング露光：細いスリット状の露光帯を、ウエハとマスクに対して、スリットの長手方向と直交する方向に（斜めに移動させてもよい）相対的に連続移動（走査）させることによって、マスク上の回路パターンをウエハ上の所望の部分に転写する露光方法。この露光方法を行う装置をスキャナという。

【0028】12. ステップ・アンド・リピート露光：マスク上の回路パターンの投影像に対してウエハを繰り返しステップすることで、マスク上の回路パターンをウエハ上の所望の部分に転写する露光方法。この露光方法を行う装置をステップという。

【0029】以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。

【0030】また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも良い。

【0031】さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

【0032】同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられ

る場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

【0033】また、本実施の形態を説明するための全図において同一機能を有するものは同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

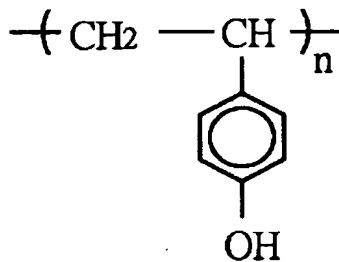
【0034】また、本実施の形態で用いる図面においては、平面図であっても図面を見易くするために遮光部（遮光膜、遮光パターン、遮光領域等）およびレジスト膜にハッチングを付す。

【0035】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0036】（実施の形態1）まず、本発明者らの検討によって初めて見出されたレジストマスクの問題について説明する。本発明者らが検討した代表的な電子線感応レジスト樹脂の化学式を示す。

【0037】

【化1】



また、この樹脂の分光吸収特性を図14に示す。この図14から分かるように波長193nmのArFエキシマレーザ光に対しては吸収係数20/μm以上の極めて強い光吸収を示すが、波長248nmのKrFエキシマレーザ光や波長365nmの超高圧水銀ランプのi線に対しては吸収係数1/μm以下であり、遮光性が充分得られない。現在、最先端の付加価値の高い露光には波長248nmのKrFエキシマレーザ露光装置が用いられ、また、比較的寸法精度の緩いラフ工程やコストの低い工程には波長365nmのi線あるいは波長436nmのg線が用いられているので、レジストマスクの適用範囲においてこの露光波長の制限は大きな問題である。

【0038】そこで、本実施の形態においては、例えばKrFエキシマレーザ光、i線またはg線のような波長が200nm以上の露光光に対しても充分な遮光性を示す有機膜構造で遮光パターンを形成するものである。以下、その具体例を説明する。

【0039】図1は、本実施の形態のレジストマスクMRの基本的な断面構造を示している。マスク基板1は、例えば透明な合成石英基板からなり、その第1主面のパターン転写領域には、有機膜からなる遮光パターン2a（または実施の形態2で説明するハーフトーンパターン（減光パターン）2b）が形成されている。本実施の形

態においては、この遮光パターン2 a（またはハーフトーンパターン2 b）が、吸光性有機膜（第1有機膜）3 aと、その上に積み重ねられたレジスト膜（第2有機膜）4 aとで構成されている。特開平5-2189307号公報に開示されたマスクとの構造上の差は、遮光パターン2 a（またはハーフトーンパターン2 b）が、吸光性有機膜3 aとレジスト膜4 aとの積層構造になっていることである。

【0040】次に、図1のレジストマスクMRの製造方法を図2を用いて説明する。図2（a）～（c）は、レジストマスクMRの製造工程におけるパターン転写領域の要部断面である。なお、本実施の形態では、遮光パターン2 aの形成について説明し、ハーフトーンパターン2 bの形成については後述の実施の形態2で説明する。

【0041】まず、図2（a）に示すように、マスク基板1の第1主面上に吸光性有機膜3 aを塗布し、ベークを行った後、その上に電子線感応型のレジスト膜4 aを塗布形成した。ここでは、吸光性有機膜3 aとして、例えばKrFエキシマレーザ光に強い吸収をもつポリイミド系の材料を用いた。この吸光性有機膜3 aは、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド（TMAH）水溶液に溶解性を持つ材料である。この吸光性有機膜3 aには、KrFエキシマレーザ光に対する吸光剤を添加しておいた。この他、吸光剤をポリイミドに結合しておいても良い。結合しておくことにより、吸光剤が分解し難く、照射耐性が高いという特徴がある。KrFエキシマレーザ光に対する消衰係数（複素屈折率の虚部）は0.58である。この吸光性有機膜3 aの役割は、露光光の減光あるいは遮光である。感光性有機膜（レジスト膜4 a）のみでは十分な減光性が得られないため吸光性有機膜を用いる。したがって、吸光性有機膜3 aの露光光に対する消衰係数は感光性有機膜のそれより高い必要がある。ベーク後の吸光性有機膜3 aの膜厚は、例えば0.2 μm 程度とした。ベーク温度は、例えば180度とした。このベーク温度は、TMAHに対する溶解性を大きく左右するので精密に制御する必要がある。

【0042】電子線感応型のレジスト膜4 aには、例えばフェノール樹脂をベースレジストとする酸触媒反応型化学増幅系ポジ型レジスト膜を用いた。KrFエキシマレーザに対するレジスト膜4 aの消衰係数は、例えば0.03程度である。ベース樹脂としては、例えばノボラック樹脂やアクリル樹脂を用いることもできる。感度的には化学増幅系レジスト膜に劣るが、例えばナフトキノンジアジドとノボラック樹脂によるレジスト、あるいは2-メチルペンテン-1-スルホンとノボラック樹脂からなるレジスト等の非化学増幅系レジスト膜を用いることもできる。これらの非化学増幅系レジストには、吸光性有機膜3 aとの界面の形状異常が発生し難い、雰囲気安定性に富む、露光後現像までの時間依存性が小さいなどの

優れた特長がある。

【0043】続いて、これらの膜を塗布した後に異物検査装置にかけ、異物検査を行った。予め設定した基準以上の大きさの異物が、予め設定した基準以上の数で検出されたときはレジスト膜4 aおよび吸光性有機膜3 aを剥離し、洗浄を行ってマスクブランク（以下、単にブランクという）を再生し、再度初めに戻って吸光性有機膜3 aとレジスト膜4 aの塗布を行った。ここでは、特に限定されないが、例えば露光処理を行った際に転写されることが予想される0.2 μm 以上の大きさの異物および欠け欠陥が2個以上検出された場合に再生を行った。本実施の形態では、遮光パターン2 aが、真空装置内でスパッタリング法等によって形成されるクロム等の金属膜で構成されるものではなく、塗布法で形成される有機膜であることから異物欠陥不良率を5%以下にすることができた。上記再生処理に際して、レジスト膜4 aおよび吸光性有機膜3 aの剥離には、TMAH濃度が、例えば5%以上の水溶液を用いた。TMAHを用いると廃液処理が容易である。その他の手段として、例えばアセトン、n-メチル-2-ピロリドンなどの有機溶媒、オゾン硫酸、アミン系レジスト剥離液または酸素（ O_2 ）プラズマ等での剥離も可能である。

【0044】次に、図2（b）に示すように、吸光性有機膜3 a上に、導電性を有する導電膜5を塗布し、所望のパターンを電子線EBで描画した。導電膜5には水溶性の導電膜を用いた。この導電膜5により電子線描画時のチャージアップを防止でき、チャージアップによる描画位置ずれを防止することができた。マスク基板1が絶縁性の石英ガラスであり、また、遮光パターン2 aを形成する材料も絶縁材料であるため、このチャージアップ防止は大変効果的であった。チャージアップを防止するのに必要な導電率を調べたところ、例えば50 $\text{M}\Omega/\text{cm}^2$ 以下の抵抗に抑えれば良いことが分かった。その後、電子線感応型のレジスト膜4 aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して図2（c）に示すようにレジスト膜4 aのパターンを形成した。この現像の際、同時に、吸光性有機膜3 aもパターンニング加工される。吸光性有機膜3 aの加工は一種のウェットエッチングであるが、平坦面でのエッチングとなるためオーバーエッチング量も20%と少なくできた。このため30 nm以下のサイドエッチング量に抑えることができ、面内均一性にも優れていた。すなわち、吸光性有機膜3 aの両側面にサイドエッチングが多少生じるが、露光処理によるパターン転写には特に問題ない。ただし、例えば微細なパターンを転写する場合等においては、上記吸光性有機膜3 aのサイドエッチングが原因で転写パターンの寸法が変動する場合もあり得るので、その場合には、そのサイドエッチングによる吸光性有機膜3 aの後退（サイドエッチング）量を見越して、レジスト膜4 aの平面寸法を要求寸法よりも予め大きめに設定しておいても良い。

【0045】次に、このレジストマスクMRの全体的な構成の一例を図3に示す。図3の(a)はレジストマスクMR1の全体平面図を示し、(b)はレジストマスクMR1を露光装置に載置した際の図3(a)のX-X線の断面図を示している。

【0046】このレジストマスクMR1は、実寸に対して1～10倍程度の寸法の集積回路パターンを、縮小投影光学系等を通して、例えばシリコン単結晶等を主体とするウエハ等に転写するためのレチクルを例示している。マスク基板1は、例えば平面四角形状に形成されており、その第1主面中央における平面四角形状のパターン転写領域PAに遮光パターン2a1が複数配置されている。この遮光パターン2a1は、上記遮光パターン2aの一種類を例示するパターンであり、遮光パターン2aと同じく吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で形成されている。この遮光パターン2a1は、集積回路パターンを転写するためのパターンである。

【0047】このパターン転写領域PAの外周は帯状の遮光パターン2a2によって取り囲まれている。この帯状の遮光パターン2a2は、上記遮光パターン2aの他の種類を例示するものではなく、その構造が遮光パターン2aと同じく吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で形成されている。しかし、遮光パターン2a2は、集積回路パターンを転写するものではなく、ウエハ上のスクライプ領域やダイシング領域等のような切断領域に相当する領域に形成されている。この帯状の遮光パターン2a2には、複数の光透過パターン6aが配置されている。この光透過パターン6aは、層間で合わせを行うとき使用するウエハ合わせマークであり、遮光パターン2a2の一部が除去されることで形成されている。また、帯状の遮光パターン2a2の外周には、複数の遮光パターン2a3が形成されている。この遮光パターン2a3は、上記遮光パターン2aのさらに他の種類を例示するものであり、その構造も上記遮光パターン2aと同じく吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で形成されている。この遮光パターン2a3は、マスクの正確な位置を把握するためのレチクルアライメントマークである。さらに、マスク基板1の第1主面にはペリクル7が装着されている。ペリクル7は、異物等からレジストマスクMR1を保護し、また異物がウエハ等に容易に転写されないようにするためペリクル膜7aを有する部材であり、そのフレーム部7bがマスク基板1に直接接した状態で装着されている。

【0048】このようなレジストマスクMR1は、マスク基板1の第1主面を露光装置のレチクルステージ8aに向けた状態で載置され、例えば真空吸引によって保持される。符号8bは、真空吸引管を示している。ここで重要なことは、レジストマスクMR1において、ペリクル7のフレーム部7b、レチクルステージ8aおよびレチクル搬送系等のような部材がレジストマスクMR1に

接触する部分に吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aを設けておかないことである。これは、上記部材が接する部分に吸光性有機膜3aやレジスト膜4a等の有機物が存在すると、それらの有機物は金属に比べて脆いため上記部材の接触により剥離し異物発生の原因となるからである。すなわち、上記部材が接する部分にそれらの有機膜を設けないことにより、その異物の発生を防止できるので、その異物に起因する転写欠陥を防止できる。したがって、信頼性の高いマスクを提供できる。

【0049】ところで、露光処理に際し露光光は、図3(b)の上側からマスク基板1の第2主面に照射され、マスク基板1およびその第1主面の下方に設置された露光装置の投影レンズを介してウエハ等に照射される。したがって、露光光は、吸光性有機膜3a側からレジスト膜4a側に抜ける方向で照射される。吸光性有機膜3aは光の照射によって破壊され易いが、本実施の形態では、吸光性有機膜3a上にレジスト膜4aが被着されており、耐光性に影響のある酸素等の反応ガスの出入りが制限される。すなわち、レジスト膜4aが吸光性有機膜3aの一種の保護膜になっている。このため、吸光性有機膜3aの露光照射耐性を向上させることが可能となっている。

【0050】本方法により形成したレジストマスクMR1の遮光パターン2a1～2a3(吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜)のKrFエキシマレーザ光に対する透過率は、例えば0.2%であり、十分な遮光体となった。また、この遮光パターン2a1～2a3は、TMAH濃度が5%以上の水溶液、アセトン、n-メチル-2-ピロリドン等の有機溶媒、オゾン硫酸、アミン系レジスト剥離液、O₂プラズマ等で剥離が可能で、剥離後に洗浄を行えば、マスク基板1をブランクとして再利用することもできた。再利用できることがこのレジストマスクの特長の一つで、コスト面でも省資源化の面でも効果が大きい。

【0051】本実施の形態では、遮光パターン2a1～2a3のレジスト膜4aとしてポジレジストを用いたが、ネガレジストを用いることもできる。ネガレジストを用いると、レジストマスクMR1の製造工程の簡略化が可能となる。これは、ポジレジストを用いる場合、遮光パターン2a1～2a3のパターニングに際してマスク基板1の第1主面の周辺領域におけるレジスト膜4aを除去するためにサイドエッジリンス工程や周辺露光工程が必要となるが、ネガレジストを用いると、それらの工程を省くことができるからである。また、架橋系のネガレジストには、露光光に対する照射耐性も強いという優れた特長もある。

【0052】このレジストマスクMR1を、例えばレンズの開口数(NA)が0.6の縮小率が1/5のKrFエキシマステップに装着し、レジストマスクMR1上に形成された所望のパターンをウエハ上に塗布されたポジ

型のレジスト膜に転写した。通常照明を用いて露光を行った。その結果、転写欠陥の発生もなく、例えば $0.16\mu\text{m}$ の微細配線パターンを転写することができた。吸光性有機膜3aの消衰係数は0.58なので、吸光性有機膜3aが露光光に対する遮光機能を主に担っている。消衰係数が大きいと光学の原理からその表面での光反射が大きくなる。反射光があるとそれは露光装置内の迷光となり、解像度劣化の原因となるが、本構造の場合、消衰係数の大きな吸光性有機膜3aの上面にそれより消衰係数の小さなレジスト膜4aが形成されているため有害な反射光を減らせるという優れた効果を得ることができる。

【0053】このような本実施の形態によれば、以下の効果を得ることが可能となる。

- (1). 露光処理に際してKrFエキシマレーザ光等のように波長が 200nm 以上の露光光を用いる場合でも、充分な解像性を持つレジストマスクMR1を得ることが可能となる。
- (2). 遮光パターンを金属膜で形成する場合に必要なエッチング処理、そのエッチング処理の際にマスクとして用いたレジスト膜の除去処理およびそれに伴う洗浄処理を削減できるので、マスクの製造工程を低減することが可能となる。
- (3). 上記(2)により、マスクの作製のTATを大幅に短くすることが可能となる。
- (4). 遮光パターン2a1~2a3を塗布工程で形成することにより、遮光パターンを金属膜で形成する場合のような真空装置内でのスパッタリング法等による金属膜の被着工程を無くせるので、欠陥発生率を低減でき、マスクの歩留まりを向上させることが可能となる。
- (5). 遮光パターン2a1~2a3を有機膜で形成したことにより、マスク基板1上に形成されているものが有機膜だけなのでアッシングや溶剤処理によって完全にブランクスの状態に再生処理することができる。すなわち、レジストマスクMR1の使用後は、マスクの再生を容易にできるので、資源の有効利用が可能となる。
- (6). 上記(2)、(4)または(5)により、マスクのコストを大幅に低減することが可能となる。

【0054】(実施の形態2) 前記実施の形態1においては、前記吸光性有機膜の膜厚が $0.2\mu\text{m}$ 程度であり、マスクのパターン転写領域に遮光部および透光部のみが配置された、いわゆるバイナリマスクに本発明を適用した場合について説明したが、本実施の形態においては、マスクのパターン転写領域に半透明部を有する、いわゆるハーフトーン型位相シフトマスクに本発明を適用した場合について説明する。

【0055】ハーフトーン型位相シフトマスクは露光光に対して半透明な膜(以下、ハーフトーン膜と呼ぶ)をマスク基板(ブランク)上に形成したマスクである。ハーフトーン膜の露光光に対する透過率は、通常、例え

ば1%~25%内に調整されている。また、ハーフトーン膜の膜厚は、この膜の形成領域を透過した露光光が、その膜の無い開口部の領域を透過した露光光に対して位相差が生じるように調整されている。最も高い解像性能を引き出す位相差は π (180度)であることが知られている。この技術を用いると、ハーフトーン膜とその膜の無い開口部との境界で露光光の位相が反転するためコントラストを向上させることができ、一般に解像度が5~20%程度向上することが知られている。以下、本実施の形態のレジストマスクを具体的に説明する。なお、ここでのレジストマスクの説明に際しては、前記実施の形態1で用いた図をそのまま使用する。

【0056】本実施の形態においては、前記図1~図3に示すように、ハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)が、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で構成されている。ここでは、吸光性有機膜3aの膜厚を、例えば75nm程度、レジスト膜4aの膜厚を、例えば460nm程度とした。露光光であるKrFエキシマレーザ光に対する吸光性有機膜3aの消衰係数は、例えば0.58、レジスト膜4aのそれは、例えば0.03であるため、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとからなるハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)の透過率は、例えばほぼ5.5%となる。KrFエキシマレーザ光に対する吸光性有機膜3aの屈折率は、例えば1.65、レジスト膜4aのそれは、例えば1.7であるため、そのハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)を透過した露光光と、そのハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)の無い開口部を透過した露光光との位相差はほぼ 3π となり、このレジストマスクを用いて露光を行うと位相シフト効果が得られる。

【0057】この場合は、ウェットエッチングで加工すべき吸光性有機膜3aの膜厚が薄くなるため、加工精度が向上するという特長があった。この吸光性有機膜3aの消衰係数は遮光性からくる必要膜厚とウェットエッチングの加工性の関係から0.2以上が必要であった。一般に位相シフトマスクでは位相差 π のマスクが用いられることから位相差を π とする構造としても良い。しかし、本発明者らの検討によれば、位相差が π の構造で、例えば6%の透過率の位相シフトマスクを作製すると吸光性有機膜3aの膜厚が90nm程度、レジスト膜4aの膜厚が95nm程度となり、吸光性有機膜3aに対するレジスト膜4aの膜厚が薄くなり過ぎて現像液による吸光性有機膜3aの加工にレジスト膜4aがもたない場合があった。そこで、ここでは、その作製上の問題と、転写性能を種々検討した結果、波長 λ の露光光に対する該レジスト膜4aの屈折率を $n1$ 、該吸光性有機膜3aの屈折率を $n2$ 、上記レジスト膜4aの膜厚を $d1$ 、上記吸光性有機膜3aの膜厚を $d2$ とすると、 $((n1-1)d1 + (n2-1)d2) / \lambda$ が $5/4$ 以上、 $7/4$ 以下(すなわち、上記位相差が 3π)、あるいは $9/$

4以上、 $11/4$ 以下（すなわち、上記位相差が 5π ）とすると上記のような不具合が生じる場合には特に好ましいことが分かった。

【0058】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1で得られた効果の他に、以下の効果を得ることが可能となる。

【0059】すなわち、露光処理に際してKrFエキシマレーザ光等のように波長が200nm以上の露光光を用いる場合でも、充分な解像性を持つハーフトーン型位相シフト・レジストマスクを得ることが可能となる。

【0060】（実施の形態3）本実施の形態においては、露光光をi線（波長365nm）とした場合のレジストマスクについて図4（a）～（c）および図5により説明する。なお、図4（a）～（c）は本実施の形態のレジストマスクの製造工程におけるパターン転写領域における要部断面図である。

【0061】まず、図4（a）に示すように、マスク基板1（ブランク）上に、i線用の吸光性有機膜3aおよびノボラック樹脂等からなる感光性のレジスト膜4aを下層から順次塗布した。このi線用の吸光性有機膜3aは、例えばポリイミド系樹脂に吸光材を添加したものからなり、その材料自体は、例えば特開昭59-93448号公報に開示される一般的な材料である。一方、感光性のレジスト膜4aは、ノボラック樹脂に限定されるものでなく、例えばフェノール系樹脂を用いても良い。

【0062】続いて、図4（b）に示すように、そのレジスト膜4aに対して所望のパターンを波長365nmのレーザ光Lを用いて露光した。このとき、パターン露光用の光源にレーザ光Lを用いる場合、反射光やレジスト膜内の薄膜干渉の影響が問題となるが、本実施の形態では、レジスト膜4aの下に反射防止機能を有する吸光性有機膜3aが設けられているため、その反射光やレジスト膜4a内の薄膜干渉の影響を受けることなく精度の高い露光を行うことができた。また、描画にレーザ光Lを用いたため電子線を用いた際に問題となるチャージアップの問題は生じなかった。したがって、パターン転写精度を向上させることができた。

【0063】その後、図4（c）に示すように、TMAH水溶液にて現像を行いレジスト膜4aをパターンニングするとともに、吸光性有機膜3aをパターンニングすることにより、マスク基板1の第1主面上にハーフトーンパターン2bを形成した。ここで用いた吸光性有機膜3aの消衰係数は、i線に対し、例えば0.33のものをを用いたが、消衰係数は高いほど望ましい。これは光吸収を高めることができるため吸光性有機膜3aの膜厚を薄くできるからであり、吸光性有機膜3aの加工精度を向上させることができるからである。このi線用の吸光性有機膜3aの光吸収特性を図5に示す。波長365nmで高い消衰係数が得られていることが分かる。また、こ

こでは、吸光性有機膜3aの膜厚は、例えば0.2μm程度とした。レジスト膜4aには、例えばポジレジストを用いた。ここでレジスト膜4aとしては現像後の膜ベリがパターン寸法に依存し難いものを選ぶと位相変化が少なく、精度の高い転写を行うことが可能となる。レジスト膜4aの厚さは、例えば0.5μm程度とした。この条件でレジスト膜4aおよび吸光性有機膜3aを透過する露光光は、例えば4%になり、かつ吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜を透過した光と、その積層膜の無い開口部を透過した光の間には、例えば3πの位相差が生じ、透過率4%のi線用のハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR3が得られた。

【0064】ただし、ハーフトーン型位相シフトマスクに代えて上記バイナリマスクにする（すなわち、ハーフトーンパターンを上記遮光パターンに変える）には、吸光性有機膜3aを厚く（例えば0.4μm程度に）すれば良い。また、ここではi線用のレジストマスクを作製した場合について説明したが、同様の方法でg線（波長436nm）のレジストマスクを作製することも可能であり、i線と同様の効果を確認することができた。

【0065】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1、2と同様の効果を得ることが可能となる。

【0066】（実施の形態4）本実施の形態のレジストマスクの製造工程を図6（a）～（e）により説明する。なお、図6（a）～（e）は、レジストマスクの製造工程におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【0067】まず、図6（a）に示すように、マスク基板1上に吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った。ここでは吸光性有機膜3aとして、例えば前記実施の形態1と同様、KrFエキシマレーザ光に強い吸収をもつポリイミド系の材料を用いた。ベーク後の吸光性有機膜3aの膜厚は、例えば0.3μm程度とした。ベーク温度は、例えば180度程度とした。ベーク温度はTMAHに対する溶解性を大きく左右するので精密に制御する必要がある。

【0068】続いて、吸光性有機膜3aの表面をTMAHに溶解し難くする目的で、例えば窒素プラズマを照射した。プラズマのほか、例えばVUV光（波長157nm）等の紫外線を照射しても良い。これにより、吸光性有機膜3aの表面にTMAHに対する表面改質バリア層（以下、単にバリア層という）9を形成する。その後、図6（b）に示すように、電子線感応型のレジスト膜4aをバリア層9上に塗布した。電子線感応型のレジスト膜4aには、例えばノボラック樹脂をベースレジンとする酸触媒反応型化学増幅系ポジ型レジストを用いた。その後、図6（c）に示すように、導電性を有する導電膜5を塗布し、所望のパターンを電子線EBで描画した。導電膜5には水溶性の導電膜を用いた。前記実施の形態1と同様に、導電膜5により電子線描画時のチャージアッ

ブを防止でき、チャージアップによる描画位置ずれを防止することができた。

【0069】次いで、電子線感応型のレジスト膜4aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して図6(d)に示すように、レジスト膜4aをパターンニングした。この際、本実施の形態においては、バリア層9があるために、微細なパターンにおいてもサイズの大きなパターンにおいても、一旦、TMAH水溶液によるエッチングがバリア層9で止まる。続いて、図6(e)に示すように、バリア層9をTMAH水溶液によりエッチングし、吸光性有機膜3aをパターンニングする。これは、レジスト膜4aの現像の進行がエリアの面積の違いにより変わる結果、吸光性有機膜3aのサイドエッチング量も変わる場合があるので、それを考慮したものである。すなわち、本実施の形態では、吸光性有機膜3aの上面にバリア層9を設けることにより、吸光性有機膜3aのエッチングの開始時点をマスク基板1の第1主面内においてほぼ同一に揃えることができるので、吸光性有機膜3aのエッチングの進行をマスク基板1の第1主面内においてほぼ均一にすることができる。これにより、吸光性有機膜3aのサイドエッチングSEの量をマスク基板1の第1主面内においてほぼ均一にすることが可能となる。

【0070】この現像処理に際してTMAHの濃度をレジスト膜4aの現像から吸光性有機膜3aの加工にかけて同濃度としても良いが、その濃度を変えても良い。これは、バリア層9の一部にバリア性の劣化した部分があると、そこから現像が速く進みパターン寸法精度が劣化するので、そのようなことのないようにしたものである。すなわち、現像液がバリア層9に達する時点でTMAHの濃度を下げるようにする。これにより、バリア層9の部分劣化に起因する不具合を回避でき、パターン寸法精度を向上させることができる。

【0071】このようにして吸光性有機膜3aを良好にパターンニングすることができ、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光パターン2aを有するレジストマスクMR4を作成する。なお、本実施の形態の方法は、前記実施の形態2、3でも適用できる。

【0072】本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3で得られた効果の他に以下の効果を得ることが可能となる。

【0073】すなわち、バリア層9を設けたことにより、相対的に微細なパターンにおいても、相対的に大きなパターンにおいても吸光性有機膜3aの加工を均一にすることができ、レジスト膜4aのパターンに対する吸光性有機膜3aのサイドエッチング量をマスク基板1の第1主面内においてほぼ均一にすることが可能となる。

【0074】(実施の形態5) 本実施の形態では、以下の点を除き、前記実施の形態1に沿ってレジストマスクを作製した。異なる点は、マスク製造に際して用いたレジスト膜と現像工程である。レジスト膜4aとしては、

例えば α -メチルスチレン- α クロロアクリル酸メチルの共重合体を用いた。現像は、例えば3-ペンタノンとジエチルマロネートを50wt%ずつ混合した有機現像液を用いた。

【0075】本実施の形態のレジストマスクの具体的な製造工程は、例えば以下の通りである。まず、図7

(a)に示すように、マスク基板1の第1主面上に、吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った後、図7

(b)に示すように、上記レジスト膜4aの塗布、ベーク後、チャージアップ防止用の水溶性の導電膜5を塗布し、電子線EBにより描画する。水洗により導電膜5を除去した後、図7(c)に示すように、有機現像を行ってレジスト膜4aのパターンを吸光性有機膜3a上に形成する。このようにすることにより現像では吸光性有機膜3aはエッチングされない。その後、TMAH水溶液を用いてレジスト膜4aのパターンをマスクにして吸光性有機膜3aをエッチングし、図7(d)に示すように、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光体パターン2aを有するレジストマスクMR5を作成した。なお、この方法は、前記実施の形態2、3にも適用できる。

【0076】本実施の形態においては、前記実施の形態1の場合に比較して工程が若干長くなるものの、レジスト膜4aの現像とは分離して吸光性有機膜3aを加工することができるため加工精度が上がるという優れた効果を得ることができた。特に、図7(d)に示すように、相対的に大きなパターンと相対的に微細なパターンまたは相対的に密なパターンと相対的に疎なパターンとが同一のマスク基板1上に混在する場合において、パターンの加工精度を向上させることができる。これは、前記実施の形態4で説明したように、相対的に大きなパターンと相対的に微細なパターン、相対的に密なパターンと相対的に疎なパターンが同一のマスク基板1上に混在する場合、その寸法や密度の違いにより吸光性有機膜3aが露出するまでのレジスト膜4aの現像時間が異なるため吸光性有機膜3aのサイドエッチング量が変わってしまいパターン寸法に変動が生じるが、本実施の形態では、レジスト膜4aを現像した後に、吸光性有機膜3aをパターンニングするので、吸光性有機膜3aをマスク基板1の主面内においてほぼ均一にエッチングすることができるからである。

【0077】(実施の形態6) 本実施の形態においては遮光パターンをドライエッチング法で形成する方法を図8(a)～(d)により説明する。なお、図8(a)～(d)は、レジストマスクの製造工程中におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【0078】まず、図8(a)に示すように、マスク基板1の第1主面上に、吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った後、その上に、電子線感応型のレジスト膜4aを塗布した。ここでは、吸光性有機膜3aとしてKr

Fエキシマレーザ光に対して強い吸収性を有するポリアニリン系の材料を用いた。この吸光性有機膜3aは、導電性を持つ材料である。この吸光性有機膜3aには、KrFエキシマレーザ光に対する吸光剤を添加しておいた。ベーク後の吸光性有機膜3aの膜厚は、例えば0.3μm程度とした。ベーク温度は、例えば250度とした。電子線感応型のレジスト膜には、例えばフェノール樹脂をベースレジンとする酸触媒反応型化学増幅系ポジ型レジストを用いた。ベース樹脂としては、例えばノボラック樹脂やアクリル樹脂を用いることもできる。

【0079】続いて、図8(b)に示すように、所望のパターンを電子線EBで描画した。本実施の形態では吸光性有機膜3aが導電膜でもあるため電子線描画時のチャージアップが防止され、チャージアップによる描画位置ずれを防止することができた。その後、電子線感応型のレジスト膜4aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して図8(c)に示すように、レジスト膜4aのパターンを吸光性有機膜3a上に形成した。その後、図8(d)に示すように、レジスト膜4aのパターンをエッチングマスクとして、ドライエッチングにより吸光性有機膜3aをパターンニングした。これにより、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光パターン2を有するレジストマスクMR6を作成する。

【0080】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3で得られた効果の他に以下の効果を得ることができる。

【0081】すなわち、吸光性有機膜3aを異方性の高いドライエッチングを用いて形成することにより、吸光性有機膜3aをサイドエッチングなくほぼ垂直な形状で加工することができるので、寸法精度の高い遮光体パターン2を形成することが可能となった。変形例として、例えばシリコン(Si)等のような無機物が含有されたレジスト膜4aを用いれば、吸光性有機膜3aとのエッチングレート比をとることが可能となり、さらに遮光パターン2aの寸法精度を向上させることが可能となる。

【0082】(実施の形態7) 本実施の形態は、ハーフトーン型位相シフト・レジストマスクの変形例を説明するものである。図9(a)に、本実施の形態のハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7のパターン転写領域の要部平面図を示し、(b)にX-X線の断面図を示す。なお、図9(a)の0、 π (180度)、 2π (360度)は、各エリアを透過した露光光の位相差を示している。また、パーセントは各エリアを透過した露光光の透過率を示している。

【0083】マスク基板1の第1主面上には、吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの積層膜からなるハーフトーンパターン2bが形成されている。ここでは、現像時間を調整して吸光性有機膜3aのパターンの幅方向寸法を、レジスト膜4aのパターンの幅方向寸法に対し後退させ、レジスト膜4aのパターンの外周端に幅D1の

底を形成した。

【0084】また、露光光の波長を λ 、レジスト膜4aの露光光に対する屈折率を n としたとき、レジスト膜4aの膜厚D2を $\lambda / (2(n-1))$ とした。すなわち、レジスト膜4aの底領域を透過する露光光は、吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの無い開口部を透過する露光光に対して位相が π だけ反転するようになっている。また、レジスト膜4aの底領域を透過する露光光は、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの平面的な重なり領域(減光領域)を透過する露光光に対して位相が π だけ反転するようになっている。

【0085】また、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの平面的な重なり領域を透過する露光光は、例えば1%程度である。レジスト膜4aの底領域を透過する露光光は、例えば80%程度である。さらに、吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの無い開口部のマスク基板1を透過する露光光は、例えば100%である。

【0086】このハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7を用いたときの露光コントラストを図10に示す。図10の寸法はハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7上の寸法で、露光装置のレンズの縮小率を M とすると、ウエハ上の寸法は $1/M$ になる。ここでは上記レンズの縮小率が $1/5$ のステッパを使用したもので、例えばこの図10の0.1μmは露光されるウエハ上では0.02μmを意味する。ハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7上の底量が0.05μmから0.15μmの範囲で底のない場合に比べて露光コントラストが向上した。リム型ハーフトーンの効果が出たためである。露光転写の解像性を種々検討した結果、レジスト膜4aの厚さ d は $\lambda / (4(n-1))$ 以上、 $3\lambda / (4(n-1))$ 以下(すなわち、上記露光光の位相差が π)でコントラストの向上が認められた。

【0087】このように、本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3で得られた効果の他に、以下の効果を得ることが可能となる。

【0088】すなわち、レジスト膜4aの底領域を透過した露光光の位相を、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの平面的な重なり領域を透過した露光光および吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの無い開口部を透過した露光光の位相に対して180度反転させるようにしたことにより、吸光性有機膜3aの側面が多少サイドエッチングされたとしても、位相反転の効果によりパターン輪郭領域のコントラストを向上させることができるので、転写パターンの横方向寸法の変動を抑えることができる。したがって、転写パターンの寸法精度を向上させることが可能となる。

【0089】(実施の形態8) 本実施の形態においては、レジストマスクの全体構造の変形例を説明する。図11に本実施の形態で作製したレジストマスクMR8の一例を示す。図11(a)はレジストマスクMR8の全

体平面図を示し、(b)はレジストマスクMR8を露光装置に載置した際の(a)のX-X線の断面図を示している。

【0090】ここでは、マスク基板1の第1主面の周辺領域が、例えばクロム(Cr)等のような金属膜からなる遮光パターン10aでほぼ全体的に覆われている。ただし、遮光パターン10aはクロムに限定されるものではなく種々変更可能であり、例えばタングステン、モリブデン、タンタルまたはチタン等のような高融点金属、窒化タングステン等のような窒化物、タングステンシリサイド(WSix)やモリブデンシリサイド(MoSix)等のような高融点金属シリサイド(化合物)、あるいはこれらの積層膜を用いても良い。

【0091】本実施の形態のレジストマスクMR8の場合は、有機材料からなる遮光パターン2aを除去した後、そのマスク基板1を洗浄し再度使用する場合があるので、遮光パターン10aには耐剥離性や耐摩耗性に富む材料が好ましい。タングステン等の高融点金属は、耐酸化性および耐摩耗性に富み、耐剥離性に富むので、遮光パターン10aの材料として好ましい。

【0092】遮光パターン10aの一部が除去されて形成された光透過パターン6aは、前記実施の形態1と同様にウエハ上における異層間で合わせを行うとき使用するウエハ合わせマークである。また、遮光パターン10aの一部が除去されて形成された光透過パターン6bは、レジストマスクMR8の正確な位置を把握するためのレチクルアライメントマークである。マスク基板1の角部近傍において遮光パターン10aの一部が平面十字状に除去されて形成された光透過パターン6cは、ウエハ合わせマーク用の光透過パターン6aやレチクルアライメントマーク用の光透過パターン6b等と、集積回路パターン転写用の遮光パターン2aとの描画位置調整を行うための描画用合わせマークである。ペリクル7は、そのフレーム部7bの接着面が遮光パターン10aに直接接した状態で接合されている。レジストマスクMR8において、ペリクル7のフレーム部7b、レチクルステージ8aおよびレチクル搬送系と接触する部分には吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aを形成しない。前記したように、その接触面に吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aが形成されていると、接触時に剥離し異物欠陥となるので、それを防止するためである。

【0093】一部の露光装置では、ハロゲンランプや赤色ダイオード、赤色半導体レーザ、あるいはヘリウム(He)-ネオン(Ne)レーザ光を用いてレチクルアライメントマーク等の各種マークを検出している。吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる露光用遮光体では、これら長波長の光に対しては十分な遮光性が得られずレチクルアライメントマーク等のような各種マークを十分なコントラストで検出することが困難となる場合がある。そこで、本実施の形態では、これら

のマークを金属からなる遮光パターン10aの一部を除去することで形成した。この場合、上記のような長波長の光に対しても十分な遮光性を得ることができるので、レチクルアライメントマーク等の各種マークの検出コントラストも十分なものとなった。

【0094】次に、本実施の形態のレジストマスクMR8の製造工程を図11および図12(a)~(d)により説明する。なお、図12(a)~(d)は、レジストマスクMR8の製造工程中における断面図である。

【0095】まず、図12(a)に示すように、マスク基板1の第1主面上に、例えばクロム(Cr)等からなる金属膜をスパッタリング法等によって堆積した後、これをエッチング法によってパターニングすることにより、例えば平面枠状の遮光パターン10aおよびその一部を除去することで形成された光透過パターン6a~6cを形成する(なお、この図12(a)中には光透過パターン6cは図示されていない)。

【0096】続いて、図12(b)に示すように、前記実施の形態1の場合と同様に、マスク基板1の第1主面上に吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った後、その上に電子線感応型のレジスト膜4aを塗布した。ベークを行った後、導電性を有する導電膜5を塗布した。

【0097】その後、図12(c)に示すように、所望の回路パターンを電子線EBで描画した。この際、描画用合わせマークである光透過パターン6c(図11参照)の位置を参照し、位置補正を行って描画した。この描画用合わせマークがないと回路パターンとレチクルアライメントマーク(光透過パターン6b)およびウエハ合わせマーク(光透過パターン6a)の間で位置ずれが発生するため、この描画用合わせマーク位置検出は重要である。

【0098】次いで、電子線感応型のレジスト膜4aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して、図12(d)に示すように、レジスト膜4aをパターニングした。この現像の際、吸光性有機膜3aも加工され、吸光性有機膜3aのパターンを形成する。これにより、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光パターン2aを有するレジストマスクMR8を作成する。なお、ここではウエハ合わせマーク(光透過パターン6a)は、金属膜からなる遮光パターン10aの一部を除去することで形成したが、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとからなる遮光体パターンで形成してもよい。

【0099】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1~3で得られた効果の他に以下の効果得ることが可能となる。

【0100】すなわち、金属膜からなる遮光パターン10aの一部を除去することでレチクルアライメントマークを形成したことにより、例えばハロゲンランプや赤色ダイオード、赤色半導体レーザ、あるいはHe-Neレ

ーザ光を用いてレチクルアライメントマークを行う露光装置においても、レジストマスクMR 8の位置検出を良好に行うことが可能となる。

【0101】（実施の形態9）本実施の形態においては、レジストマスクのパターン転写領域に金属からなる遮光パターンと有機膜からなる遮光パターンとの両方が配置されている場合について説明する。なお、パターン転写領域の一部に有機膜からなる遮光パターンが配置されたマスク技術については、特願2000-206729号（平成12年7月7日出願）に記載されている。

【0102】図13（a）は、本実施の形態のレジストマスクMR 9の全体平面図であり、（b）はそのX-X線の断面図である。マスク基板1の第1主面のパターン転写領域PAには、集積回路用の遮光パターン2a、10bが形成されている。遮光パターン10bは、遮光パターン10aと同様の金属膜で形成されている。この遮光パターン10bは、前記実施の形態8で説明した遮光パターン10aのパターニング工程時に同時に形成されている。金属膜からなる遮光パターン10bは、汎用に使えるパターンあるいは修正の少ない個所の回路パターンとし、有機物からなる遮光パターン2aはオプションで使い分けるパターンあるいは修正の多い回路パターンとした。なお、2層有機膜からなる遮光パターン2aは、上記金属膜の遮光パターン10a、10bの形成工程後に形成されたものである。

【0103】このようにして作成したレジストマスクMR 9を転写露光に用いた後、前記実施の形態1で述べた方法で有機膜からなる遮光パターン2aを除去し、再度所望の有機膜からなる遮光体パターン2aを形成した。このような再生処理に際して、金属膜からなる遮光パターン10bはそのまま流用できるため作製工程数も、描画時間も大幅に削減することができた。なお、金属膜からなる遮光体パターン10bと、有機膜からなるパターン2aとの接続部11は描画時の合わせずれを考慮して正確に重なり合うように他の部分よりも相対的に大きなパターンにし、また重なり代を考慮したレイアウトとすることが好ましい。

【0104】本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3、8で得られた効果の他に、以下の効果を得ることが可能となる。

- (1). パターン転写用の遮光パターンを金属膜と有機膜との両方で形成したことにより、再生処理に際して再度遮光パターンを形成するための作成工程数および描画時間等を大幅に削減できるので、レジストマスクMR 9の再作成期間を短縮できる。したがって、これを用いてパターンを転写する製品の製造時間をさらに短縮できる。
- (2). パターン転写用の遮光パターンを金属膜と有機膜との両方で形成したことにより、耐久性と短納期との両方を兼ね備えたレジストマスクMR 9を提供することが可能となる。

【0105】以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0106】例えば前記実施の形態1～9においては、遮光パターンを吸光性有機膜とレジスト膜との積層構造とした場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば吸光性有機膜の単層膜としても良い。すなわち、レジスト膜をマスクとして吸光性有機膜をパターニングした後に、そのレジスト膜を除去してしまっても良い。

【0107】また、前記実施の形態1～9では、露光処理に際して通常照明を用いる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば前記変形照明を用いても良い。

【0108】また、前記実施の形態1～9では、露光処理に際してステッパを用いる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば前記スキャナを用いたスキャニング露光方法を採用しても良い。

【0109】以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である、集積回路パターンをウエハ上に転写する方法に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、例えば所定のパターンをマスクを用いた露光処理によって転写することが必要なディスクの製造方法、液晶ディスプレイの製造方法またはマイクロマシンの製造方法にも適用できる。

【0110】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0111】すなわち、本発明によれば、マスク基板上に、露光光に対して減光性または遮光性を有する第1有機膜と、感光性を有する第2有機膜との積層膜からなる減光パターンまたは遮光パターンを形成することにより、波長200nm以上の露光光を用いる場合でも十分な解像性を持つレジストマスクを得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態であるフォトマスクの要部断面図である。

【図2】（a）～（c）は図1のフォトマスクの製造工程中における要部断面図である。

【図3】（a）は本発明の一実施の形態であるフォトマスクの具体的な例を示す全体平面図、（b）はそのフォトマスクを露光装置に載置した際の（a）のX-X線の断面図である。

【図4】（a）～（c）は本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程中における要部断面図である。

【図5】図4のフォトマスクの有機膜からなる遮光パターンの光吸収特性を示すグラフ図である。

【図6】(a)～(e)は、本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【図7】(a)～(d)は、本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【図8】(a)～(d)は、本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【図9】(a)は本発明の他の実施の形態であるフォトマスクのパターン転写領域の要部平面図、(b)は(a)のX-X線の断面図である。

【図10】図9のフォトマスクを用いた場合の露光コントラストを示すグラフ図である。

【図11】(a)は本発明のさらに他の実施の形態であるフォトマスクの具体的な例を示す全体平面図、(b)はそのフォトマスクを露光装置に載置した際の(a)のX-X線の断面図である。

【図12】(a)～(d)は図11のフォトマスクの製造工程における断面図である。

【図13】(a)は本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの具体的な例を示す全体平面図、(b)はそのX-X線の断面図である。

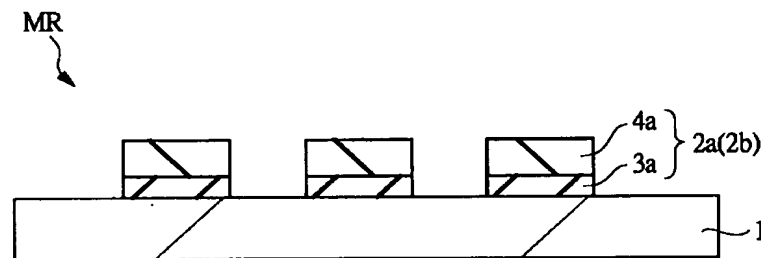
【図14】本発明者らが検討したレジスト膜単体の光吸収特性を示すグラフ図である。

【符号の説明】

- 1 マスク基板
- 2 a, 2 a 1, 2 a 2, 2 a 3 遮光パターン
- 2 b, 2 b 1, 2 b 2, 2 b 3 ハーフトーンパターン
- 3 a 吸光性有機膜 (第1有機膜)
- 4 a レジスト膜 (第2有機膜)
- 5 導電膜
- 6 a～6 c 光透過パターン
- 7 ペリクル
- 7 a ペリクル膜
- 7 b フレーム部
- 8 a レチクルステージ
- 8 b 真空吸引管
- 9 表面改質バリア層
- 10 a, 10 b 遮光パターン
- 11 接続部
- PA パターン転写領域
- MR, MR 1, MR 4, MR 5, MR 6, MR 8, MR 9 レジストマスク
- MR 3, MR 7 ハーフトーン型位相シフト・レジストマスク
- SE サイドエッチング

【図1】

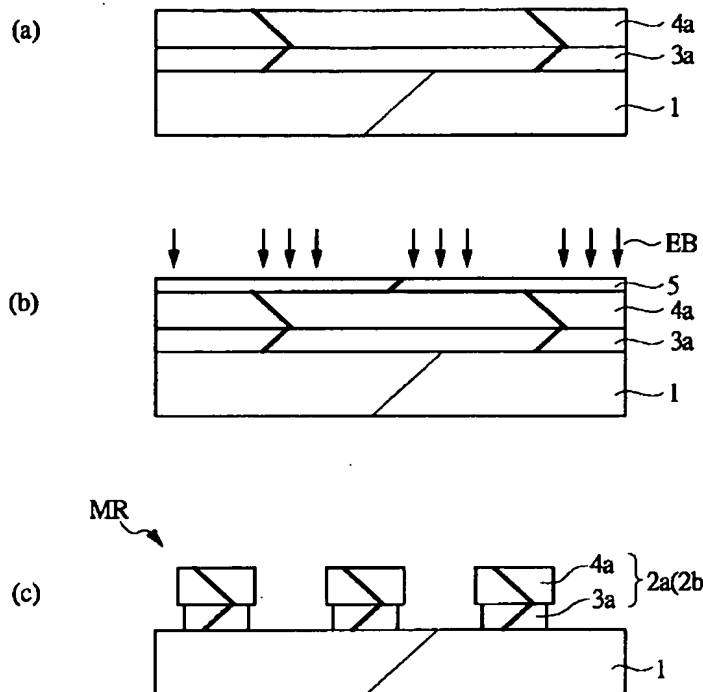
図 1



- MR : レジストマスク
- 1 : マスク基板
- 2a : 遮光パターン
- 2b : ハーフトーンパターン (減光パターン)
- 3a : 吸光性有機膜 (第1有機膜)
- 4a : レジスト膜 (第2有機膜)

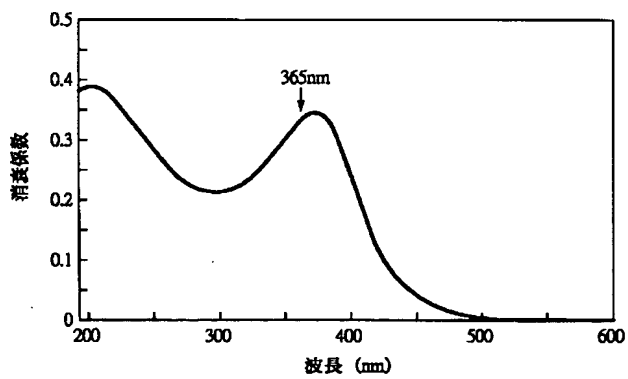
【図2】

図 2



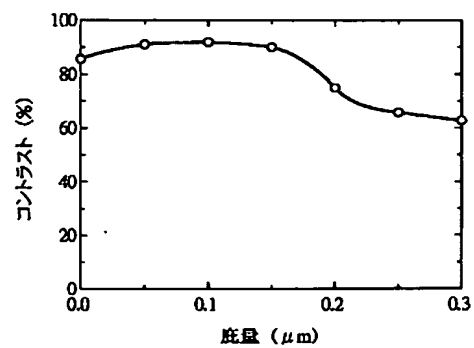
【図5】

図 5



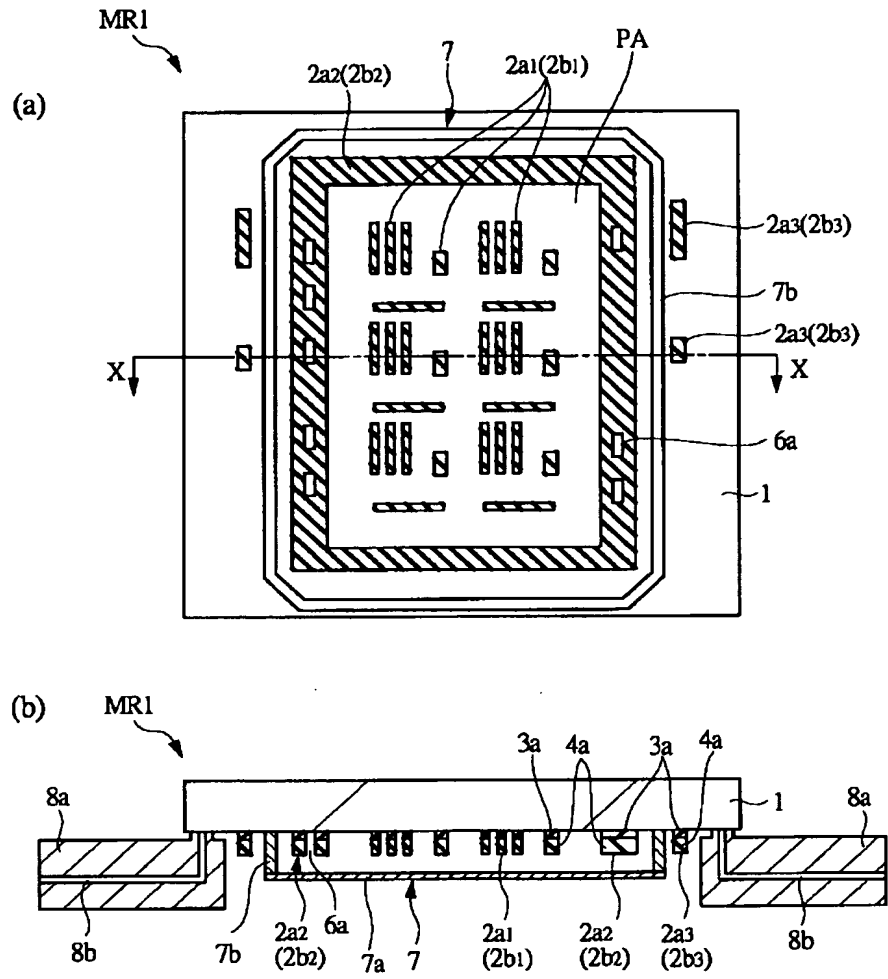
【図10】

図 10



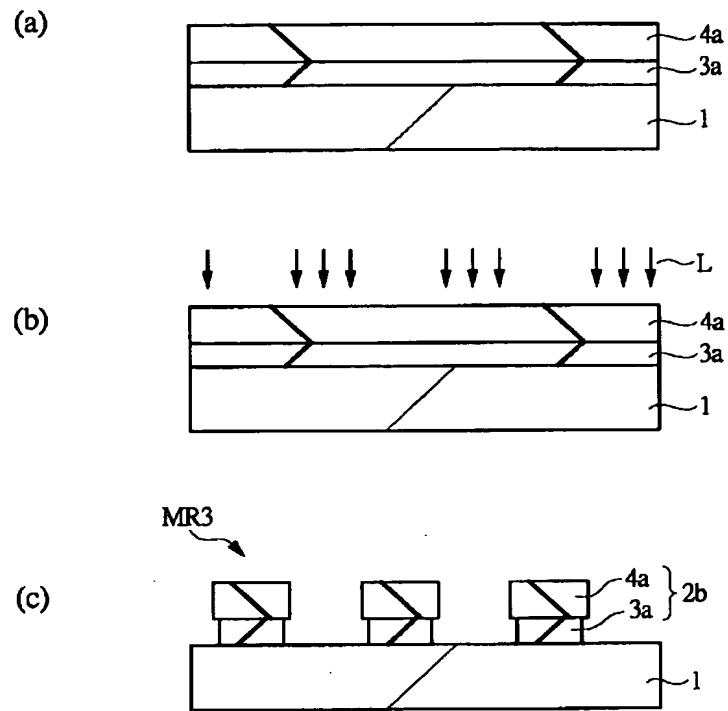
【図3】

3



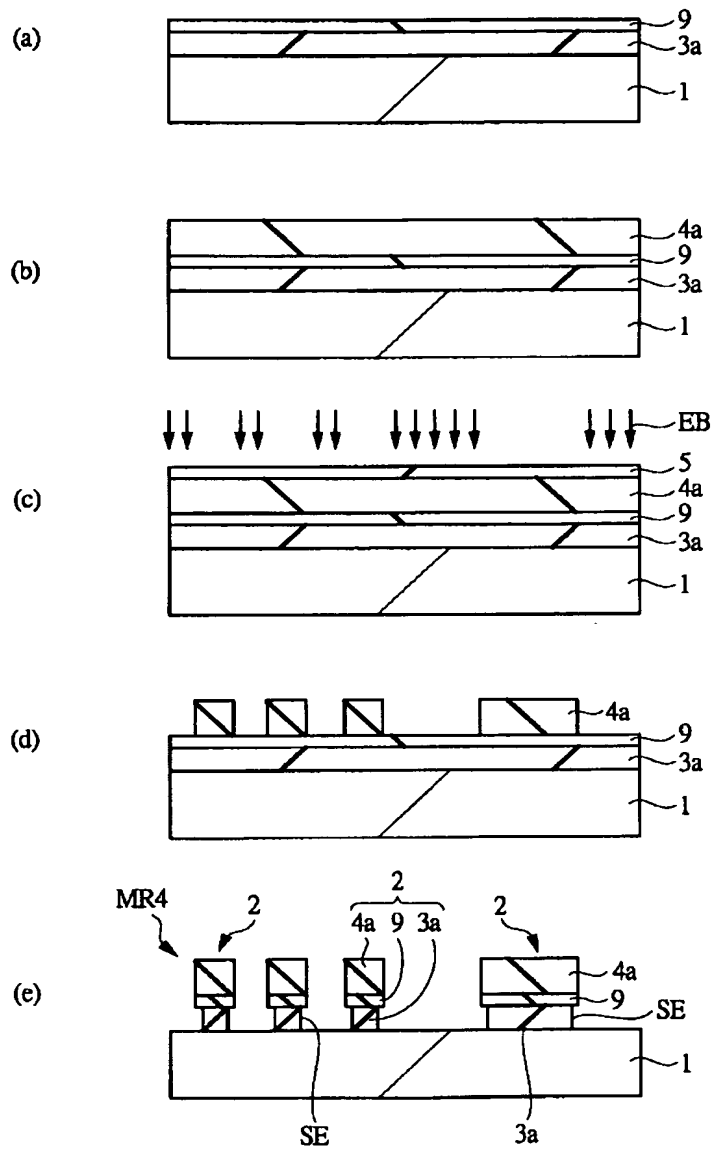
【図4】

4



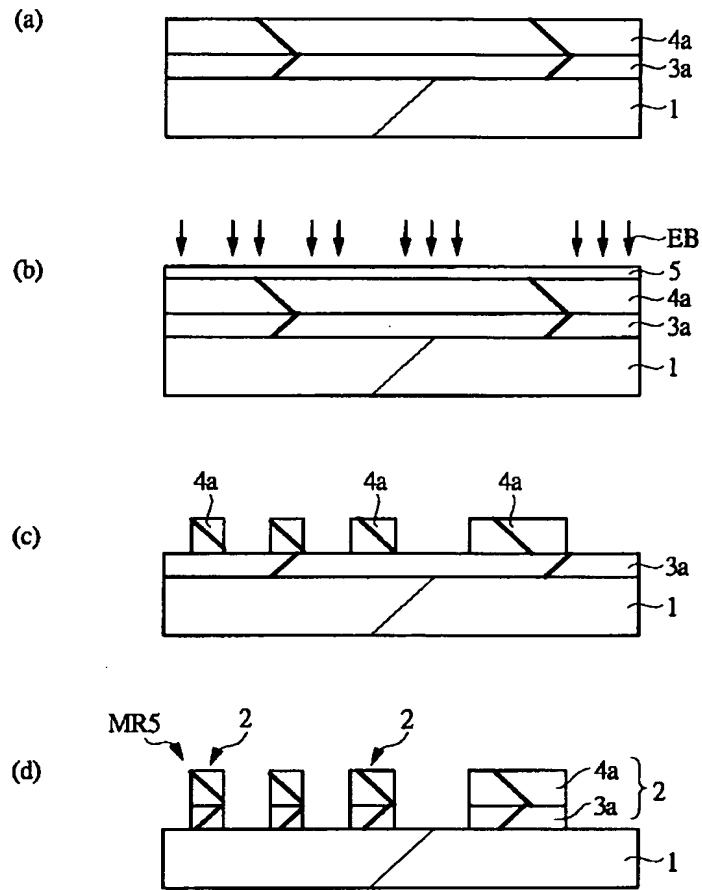
【図6】

6



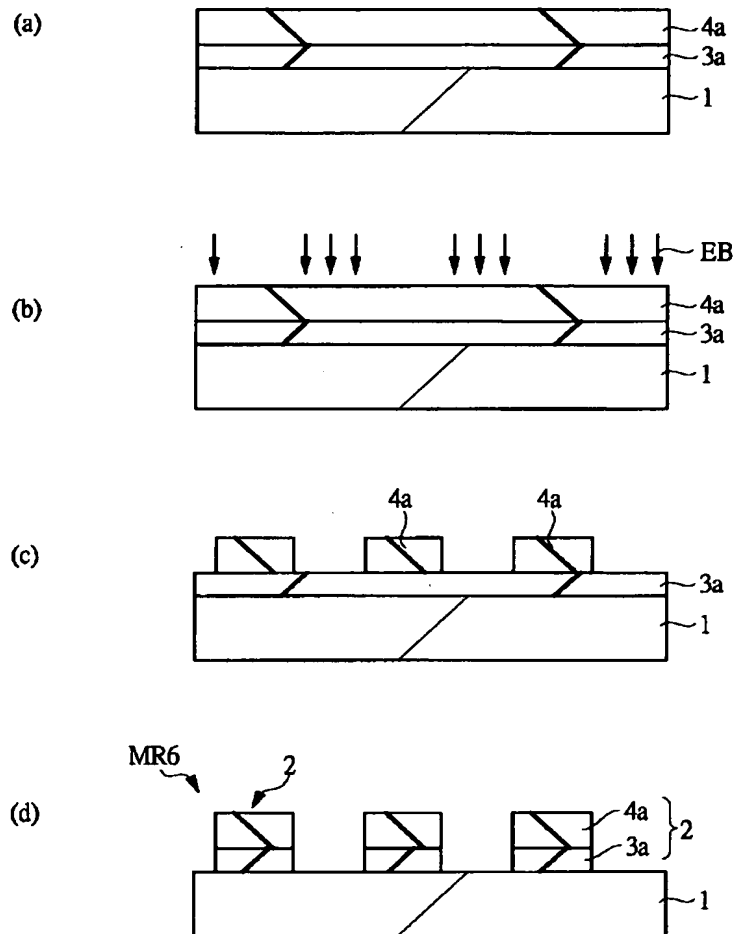
【図 7】

7



【図 8】

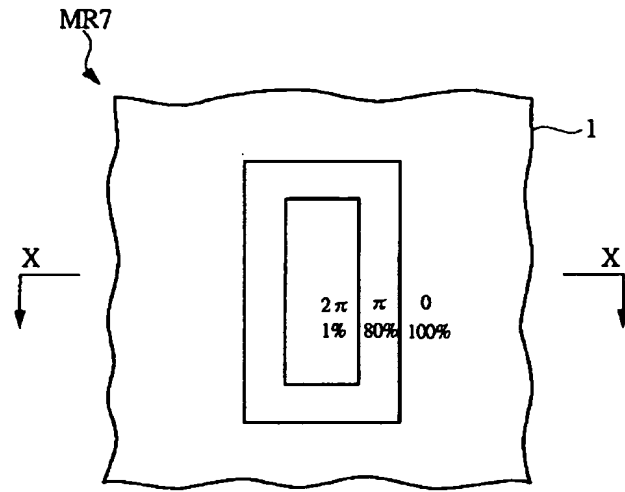
8



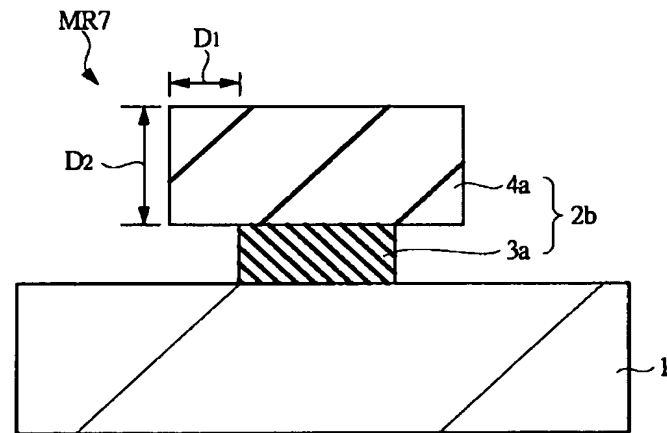
【図9】

9

(a)

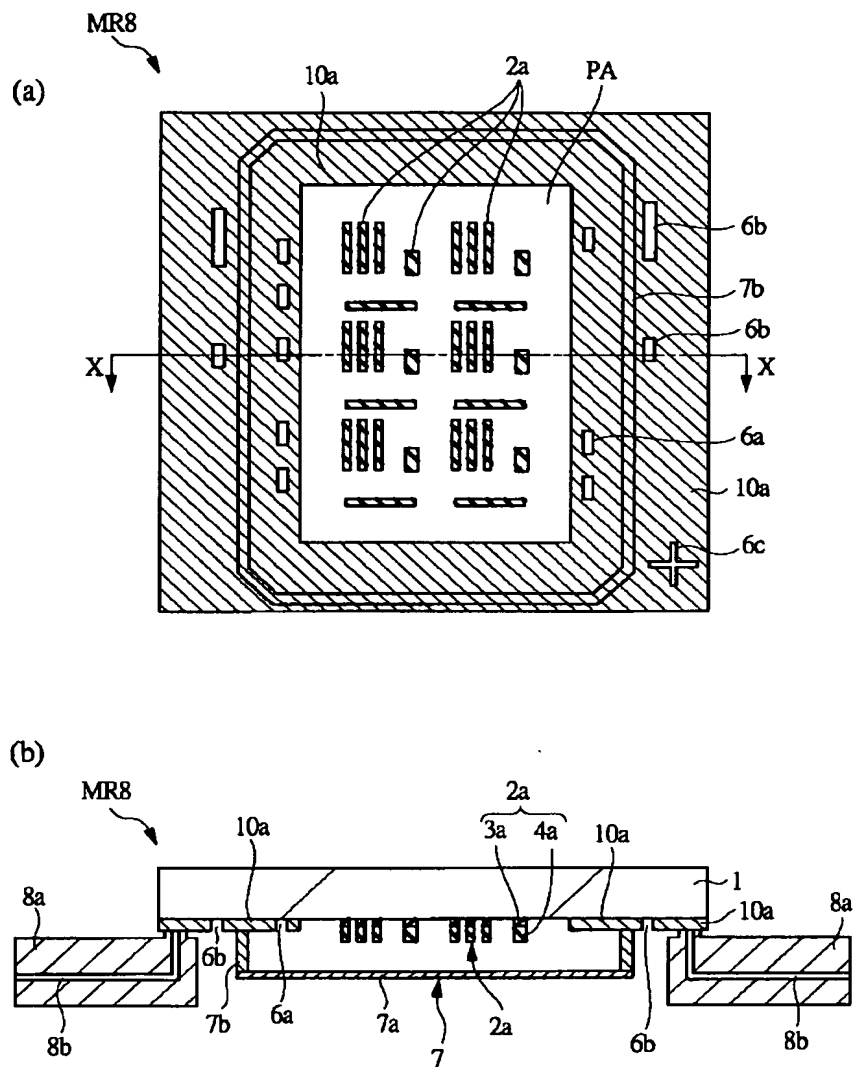


(b)



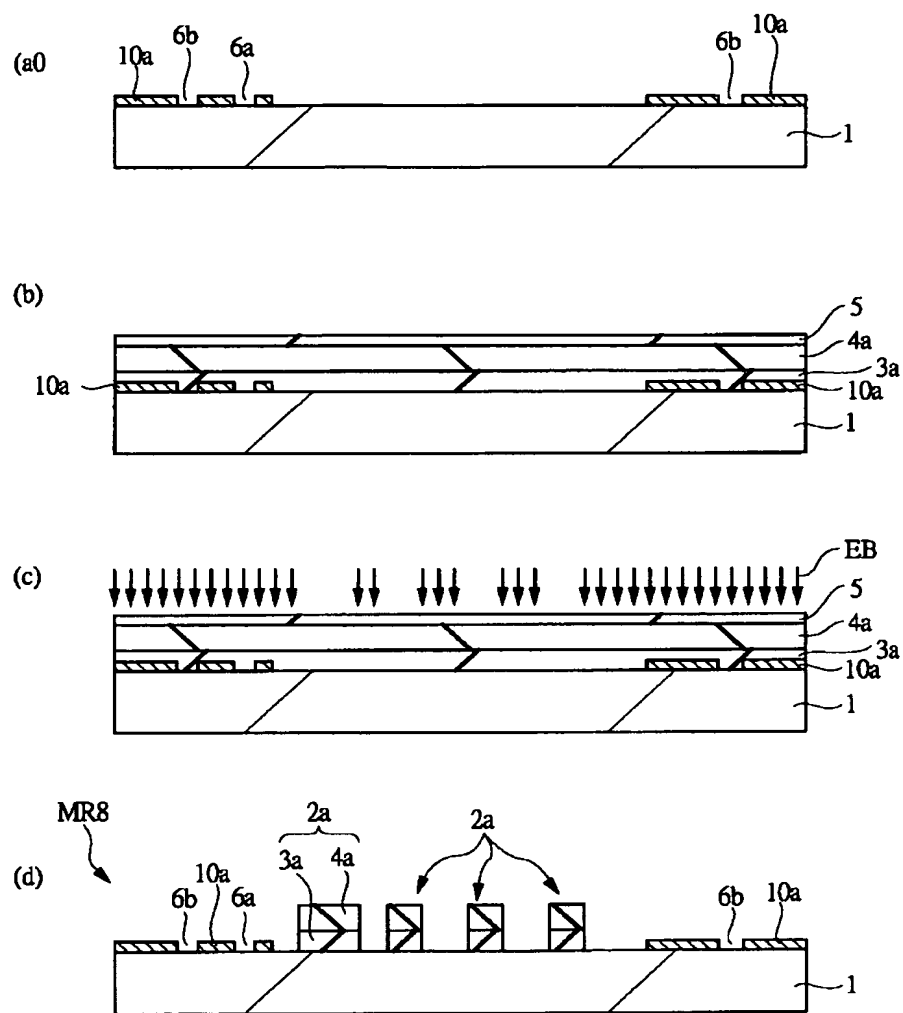
【図 11】

11



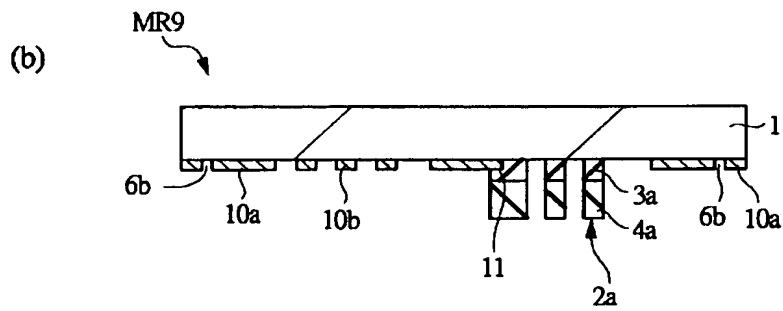
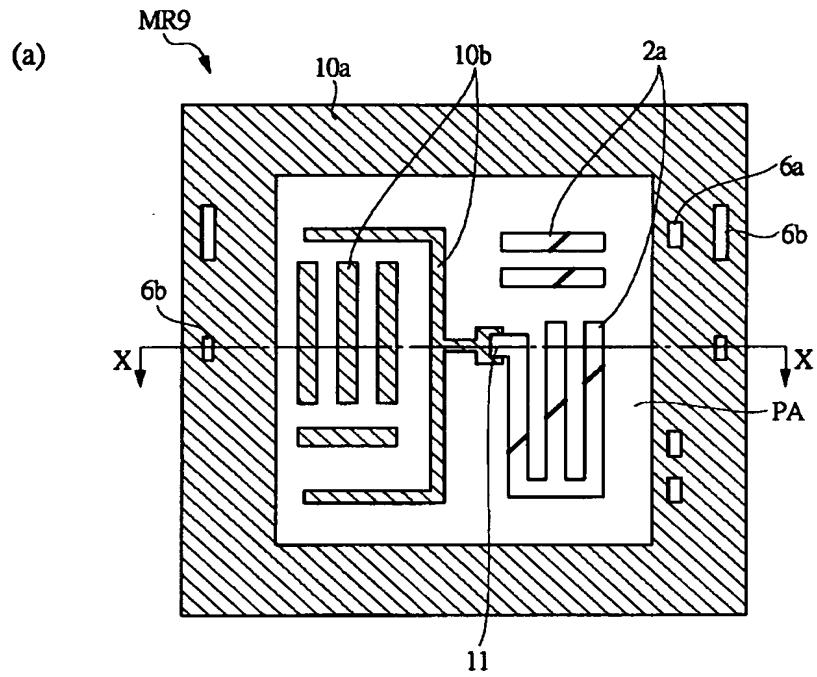
【図 12】

12



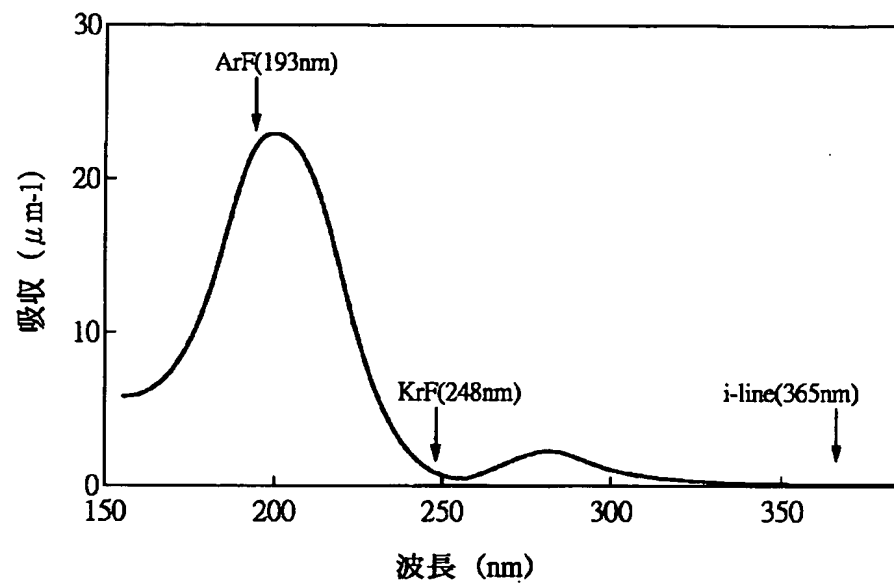
【図13】

13



【図14】

図 14



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

H01L 21/027

識別記号

F I

H01L 21/30

テーマコード (参考)

502P

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-131883

(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.Cl.

G03F 1/08
G03F 7/20
G03F 9/00
H01L 21/027

(21)Application number : 2000-328159

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.10.2000

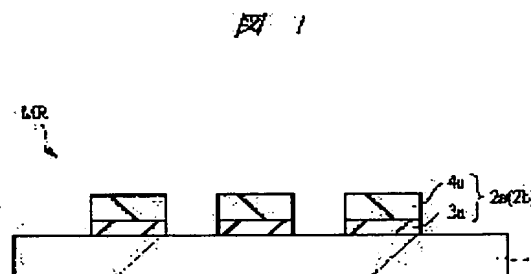
(72)Inventor : TANAKA TOSHIHIKO
HASEGAWA NORIO

(54) METHOD FOR MANUFACTURING PHOTOMASK, AND PHOTOMASK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a resist mask which has a sufficient resolution in the case of using the exposure light of which wavelength is 200 nm or more.

SOLUTION: A light shielding pattern 2a composed of an organic film for transferring pattern is constituted of a laminated film which is formed by laminating a light absorbability organic film 3a, which shows a light shielding property or a light attenuating property to the exposure light of which wavelength is 200 nm or more, and a resist film 4a mainly to do patterning this.



MR: レジストマスク
1: マスク基板
2a: 遮光パターン
2b: ハーフトーンパターン (減光パターン)
3a: 吸光性有機膜 (第1有機膜)
4a: レジスト膜 (第2有機膜)

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the photo mask characterized by having the following processes; (a) The process which deposits the 1st organic film which has dimming nature to exposure light on a mask substrate, (b) The process which deposits the 2nd organic film which has photosensitivity on said 1st organic film, (c) The process which exposes a desired pattern on said 2nd organic film, the process which carries out patterning of the 2nd organic film by performing a development to the 2nd organic film of (d) above, (e) Process which forms a dimming pattern by carrying out patterning of the 1st organic film by using the pattern of said 2nd organic film as a masking layer.

[Claim 2] The manufacture approach of the photo mask characterized by having the following processes; (a) The process which deposits the 1st organic film which has protection-from-light nature to exposure light on a mask substrate, (b) The process which deposits the 2nd organic film which has photosensitivity on said 1st organic film, (c) The process which exposes a desired pattern on said 2nd organic film, the process which carries out patterning of the 2nd organic film by performing a development to the 2nd organic film of (d) above, (e) Process which forms a protection-from-light pattern by carrying out patterning of the 1st organic film by using the pattern of said 2nd organic film as a masking layer.

[Claim 3] The manufacture approach of the photo mask characterized by having the following processes; (a) By carrying out patterning of the process and the (b) aforementioned metal membrane which deposit a metal membrane on a mask substrate So that the protection-from-light pattern of said metal membrane may be covered on the process which forms the protection-from-light pattern of a metal membrane in the pattern imprint field of said mask substrate, and the (c) aforementioned mask substrate The process which deposits the 1st organic film which has dimming nature to exposure light, the process which deposits the 2nd organic film which has photosensitivity on the 1st organic film of (d) above, (e) The process which exposes a desired pattern on said 2nd organic film, the process which carries out patterning of the 2nd organic film by performing a development to the 2nd organic film of (f) above, (g) Process which forms the dimming pattern of the organic film in the pattern imprint field of said mask substrate by carrying out patterning of the 1st organic film by using the pattern of said 2nd organic film as a masking layer.

[Claim 4] The manufacture approach of the photo mask characterized by having the following processes; (a) By carrying out patterning of the process and the (b) aforementioned metal membrane which deposit a metal membrane on a mask substrate So that the protection-from-light pattern of said metal membrane may be covered on the process which forms the protection-from-light pattern of a metal membrane in the pattern imprint field of said mask substrate, and the (c) aforementioned mask substrate The process which deposits the 1st organic film which has protection-from-light nature to exposure light, the process which deposits the 2nd organic film which has photosensitivity on the 1st organic film of (d) above, (e) The process which exposes a desired pattern on said 2nd organic film, the process which carries out patterning of the 2nd organic film by performing a development to the 2nd organic film of (f) above, (g) Process which forms the protection-from-light pattern of the organic film in the pattern imprint field of said mask substrate by carrying out patterning of the 1st organic film by using the pattern of said 2nd organic film as a masking layer.

[Claim 5] In the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 1-4 The protection-from-light pattern of a metal membrane is formed in the boundary region of the periphery of the pattern imprint field of said mask substrate. At least one side of the becoming mark pattern is formed. the boundary region of the periphery of the pattern imprint field of the mark pattern formed by the light transmission pattern which comes to carry out opening of some protection-from-light patterns of the metal membrane of the boundary region, or said mask substrate -- the protection-from-light pattern of a metal membrane -- since

-- The manufacture approach of the photo mask characterized by exposing the pattern of said request on the 2nd organic film with reference to the mark pattern.

[Claim 6] The manufacture approach of the photo mask characterized by exposing the pattern of said request using an electron ray in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 1-5 after depositing the electric conduction film on said 2nd organic film.

[Claim 7] It is the manufacture approach of the photo mask characterized by said 1st organic film having conductivity in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 1-5.

[Claim 8] It is the manufacture approach of the photo mask characterized by said 1st organic film containing the poly aniline in the manufacture approach of a photo mask according to claim 7.

[Claim 9] The manufacture approach of the photo mask characterized by exposing the pattern of said request using a laser beam in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 1-5.

[Claim 10] It is the manufacture approach of the photo mask characterized by having the property in which said 1st organic film absorbs exposure light with a wavelength of 200nm or more in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 1-9.

[Claim 11] The manufacture approach of the photo mask characterized by said exposure light being KrF excimer laser light, i line of an extra-high pressure mercury lamp, or g line of an extra-high pressure mercury lamp in the manufacture approach of a photo mask according to claim 10.

[Claim 12] The manufacture approach of the photo mask characterized by forming said 1st organic film by the applying method in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 1-11.

[Claim 13] The manufacture approach of the photo mask characterized by carrying out patterning of said 1st organic film to any 1 term of claims 1-12 according to the development process of said 2nd organic film in the manufacture approach of the photo mask a publication.

[Claim 14] The manufacture approach of the photo mask characterized by performing processing which reduces the developing rate to the developer of said 1st organic film to the front face of said 1st organic film before depositing said 2nd organic film, after depositing said 1st organic film in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 1-13.

[Claim 15] The manufacture approach of the photo mask characterized by reducing said developing rate in the manufacture approach of a photo mask according to claim 14 by forming a barrier layer between said 1st organic film and said 2nd organic film.

[Claim 16] The manufacture approach of the photo mask characterized by using the dry etching method for any 1 term of claims 1-12 on the occasion of patterning of said 1st organic film in the manufacture approach of the photo mask a publication.

[Claim 17] The manufacture approach of the photo mask characterized by to have the process which carries out the laminating of the extinction nature organic film and the photosensitive organic film one by one on transparence mask substrate BURANKUSU, the process which exposes a desired pattern on said photosensitive organic film, the process which develops the photosensitive organic film and forms a photosensitive organic film pattern, and the process which processes said extinction nature organic film by using a photosensitive organic film pattern as a masking layer.

[Claim 18] The process which carries out the laminating of the extinction nature organic film and the photosensitive organic film one by one on transparence mask substrate BURANKUSU, The process which deposits the electric conduction film on said photosensitive organic film, and the process which uses an electron ray for said photosensitive organic film, and draws a desired pattern, The manufacture approach of the photo mask characterized by having the process which develops the photosensitive organic film after said drawing process, and forms a photosensitive organic film pattern, and the process which processes said extinction nature organic film by using said photosensitive organic film pattern as a masking layer.

[Claim 19] The process which forms the metal pattern with which the reticle alignment mark and the alignment mark for drawing were formed on transparence mask substrate BURANKUSU, The process which carries out the laminating of the extinction nature organic film and the photosensitive organic film one by one, and the process which deposits the electric conduction film on said photosensitive organic film, The process which draws a desired pattern on said photosensitive organic film with reference to the location of said alignment mark for drawing using an electron ray, The manufacture approach of the photo mask characterized by having the process which develops said photosensitive organic film and forms a photosensitive organic film pattern, and the process which processes said extinction nature organic film by using said photosensitive organic film pattern as a masking layer.

[Claim 20] The manufacture approach of the photo mask characterized by said extinction nature organic film having the property which absorbs light to KrF excimer laser light, i line of an extra-high pressure

mercury lamp, or g line of an extra-high pressure mercury lamp in the manufacture approach of a photo mask according to claim 17, 18, or 19.

[Claim 21] The manufacture approach of the photo mask characterized by the formation process of said extinction nature organic film being a spreading formation process in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 17-20.

[Claim 22] The manufacture approach of the photo mask characterized by making processing of said extinction nature organic film according to the development process of said photosensitive organic film in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 17-21.

[Claim 23] The manufacture approach of the photo mask characterized by having the process which performs processing which reduces the developing rate to the developer of said photosensitive organic film to the front face of said extinction nature organic film before depositing said photosensitive organic film, after depositing said extinction nature organic film in the manufacture approach of a photo mask given in any 1 term of claims 17-22.

[Claim 24] The manufacture approach of the photo mask characterized by forming a barrier layer between said extinction nature organic film and the photosensitive organic film as a means to reduce said developing rate, in the manufacture approach of a photo mask according to claim 23.

[Claim 25] The photo mask characterized by the dimming pattern formed on the mask substrate consisting of a cascade screen of the 1st organic film which has dimming nature to exposure light, and the 2nd organic film which has photosensitivity to the exposure light for mask pattern formation.

[Claim 26] The photo mask characterized by preparing the dimming pattern which consists of a cascade screen of said 1st and 2nd organic film, and the protection-from-light pattern which consists of a metal membrane in the pattern imprint field of said mask substrate in a photo mask according to claim 25.

[Claim 27] In a photo mask according to claim 25 or 26, if thickness of d1 and said 1st organic film is set [the refractive index of n1 and said 1st organic film] to d2 for the thickness of n2 and said 2nd organic film, the refractive index of said 2nd organic film to the exposure light of wavelength λ The photo mask characterized by $((n1-1) d1 + (n2-1) d2) / \lambda$ being 5/4 or more, 7/4 or less, 9/4 or more, and 11/4 or less.

[Claim 28] The photo mask characterized by the protection-from-light pattern formed on the mask substrate consisting of a cascade screen of the 1st organic film which has protection-from-light nature to exposure light, and the 2nd organic film which has photosensitivity to the exposure light for mask pattern exposure.

[Claim 29] The photo mask characterized by preparing the protection-from-light pattern which consists of a cascade screen of said 1st and 2nd organic film, and the protection-from-light pattern which consists of a metal membrane in the pattern imprint field of said mask substrate in a photo mask according to claim 28.

[Claim 30] The photo mask characterized by the extinction coefficient to the exposure light of said 1st organic film being 0.20 or more in a photo mask according to claim 28 or 29.

[Claim 31] It is the photo mask which the dimming pattern formed on the mask substrate consists of a cascade screen of the 1st organic film which has dimming nature to exposure light, and the 2nd organic film which has photosensitivity to the exposure light for mask pattern exposure, and is characterized by having jutted out the edge of the pattern of said 2nd organic film rather than the edge of the pattern of said 1st organic film.

[Claim 32] When thickness d of said 2nd organic film sets the refractive index of said 2nd organic film to the exposure light of wavelength λ to n in a photo mask according to claim 31, it is the photo mask which are $3\lambda / (4(n-1))$ following and which comes out and is characterized by a certain thing $\lambda / (4(n-1))$ above.

[Claim 33] The photo mask characterized by being below 0.15/M (micrometer) more than 0.05/M (micrometer) in a photo mask according to claim 32 when the amount of overhangs of said 2nd organic film sets reduction percentage of the projection lens of an aligner to 1/M.

[Claim 34] It is the photo mask characterized by having the property in which said 1st organic film absorbs exposure light with a wavelength of 200nm or more in a photo mask given in any 1 term of claims 25-33.

[Claim 35] The photo mask characterized by said exposure light being KrF excimer laser light, i line of an extra-high pressure mercury lamp, or g line of an extra-high pressure mercury lamp in a photo mask according to claim 34.

[Claim 36] The photo mask characterized by preparing the protection-from-light pattern which becomes any 1 term of claims 25-35 from a metal membrane in said mask substrate in the photo mask of a publication in the boundary region of a pattern imprint field periphery.

[Claim 37] The photo mask characterized by forming a mark pattern with the light transmission pattern

which comes to carry out opening of some protection-from-light patterns which consist of said metal membrane in a photo mask according to claim 36.

[Claim 38] The photo mask with which said mark pattern is characterized by being the reticle alignment mark which shows the location on which the photo mask is put to an aligner in a photo mask according to claim 37.

[Claim 39] The photo mask characterized by preparing said 1st and 2nd organic film in a photo mask given in any 1 term of claims 25-38 so that it may not be arranged at the part which contacts other equipments in said mask substrate.

[Claim 40] It is the photo mask characterized by said 1st organic film having conductivity in a photo mask given in any 1 term of claims 25-39.

[Claim 41] It is the photo mask characterized by said 1st organic film containing the poly aniline in a photo mask according to claim 40.

[Claim 42] It is the photo mask which is equipped with a transparence substrate and the dimming film which dims exposure light, consists of that to which said dimming film carried out the laminating of the extinction nature organic film and the photosensitive organic film one by one in the photo mask for exposure with which the desired pattern is formed in said dimming film, and is characterized by the optical absorption multiplier to the exposure light of said extinction nature organic film being higher than said photosensitive organic film.

[Claim 43] In the photo mask for exposure with which it has a transparence substrate and the dimming film which dims exposure light, and the desired pattern is formed in said dimming film Said dimming film is a photo mask whose thickness d of said photosensitive organic film is $3\lambda / (4(n-1))$ following $\lambda/(4(n-1))$ above when it consists of what carried out the laminating of the extinction nature organic film and the photosensitive organic film one by one and the refractive index of this resist film to the exposure light of wavelength λ is set to n and which comes out and is characterized by a certain thing.

[Claim 44] The photo mask characterized by the pattern width of face of said extinction nature organic substance being smaller than the width of face of the pattern of said photosensitive organic substance, and the edge of the pattern of the photosensitive organic substance having jutted out into the rim section of the pattern of said request in a photo mask according to claim 43.

[Claim 45] The photo mask with which it is characterized by being below 0.15/M (micrometer) more than 0.05/M (micrometer) in a photo mask according to claim 44 when the amount of overhangs of said photosensitive organic substance sets reduction percentage of the projection lens of an aligner to 1/M.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is applied to the photo-mask (only henceforth mask) technique used for a semi-conductor wafer (only henceforth a wafer) etc. on the occasion of the photolithography (only henceforth lithography) which imprints a predetermined pattern, concerning the manufacture approach of a photo mask, and a photo-mask technique, and relates to an effective technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] In manufacture of semiconductor integrated circuit equipment, a lithography technique is used as an approach of imprinting a detailed pattern on a wafer. In a lithography technique, a projection aligner is mainly used. The pattern of the mask with which the projection aligner was equipped is imprinted on a wafer, and a device pattern is formed.

[0003] The usual mask processes the inorganic film which has dimming nature or protection-from-light nature, such as a metal membrane which has protection-from-light nature, such as chromium (Cr) formed on the transparent mask substrate, or MoSi, ZrSiO₂, or SiN, and is produced. namely, the usual mask -- the above -- the above-mentioned metal membrane or the inorganic film forms and consists of desired configurations on the transparent mask substrate.

[0004] This metal membrane or the inorganic film is usually formed by the sputtering method. The processing of the metal membrane is as follows. That is, first, after applying the resist film on a metal membrane, a desired pattern is drawn on the resist film. Then, after forming the resist pattern of a desired configuration by development, a metal membrane is processed by dry etching or wet etching by using the resist pattern as a masking layer. Then, after removing a resist pattern, washing etc. is performed and the protection-from-light pattern which consists of the above-mentioned metal membrane of a desired configuration is formed on a transparent mask substrate. The same is said of the case of the inorganic film.

[0005] However, with the mask of this configuration, there are many production processes and there is a problem to which cost becomes high. In JP,5-2189307,A, the so-called resist mask method which forms a light-shielding film by the resist film is indicated for the purpose of simplification and low-cost-izing of the production process of a mask. As for this approach, the usual electron ray induction resist film and the usual light-sensitive resist film use the property in which wavelength shades vacuum-ultraviolet light about 200nm or less. According to this approach, the etching process of a light-shielding film and the clearance process of the resist film become unnecessary, and the cost reduction of a mask and the compaction of TAT by simplification of a process are possible. Two or more masks are needed from the need of development competition of semiconductor integrated circuit equipment progressing, and accelerating device debugging in recent years, and the need of making a mask from low cost is increasing. Moreover, the need of producing a mask for a short period of time (TAT:Turn Around Time) is also increasing. Since the need of the system LSI (Large Scale Integrated circuit) of small quantity many forms is increasing especially, this demand has become strong. It is required increasingly that manufacturing for a short period of time of a mask from these viewpoints and the cost of a mask should be lowered.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned resist mask technique, this invention person found out that the following technical problems occurred.

[0007] That is, since the resist film for protection from light in the above-mentioned resist mask cannot obtain sufficient protection-from-light nature to light with a wavelength of 200nm or more, it has the problem that sufficient definition cannot be acquired, with the above-mentioned resist mask in the exposure processing which uses exposure light with a wavelength of 200nm or more.

[0008] The object of this invention is to offer the technique in which a resist mask with sufficient definition can be obtained, even when using exposure light with a wavelength of 200nm or more.

[0009] The other objects and the new description will become clear from description and the accompanying drawing of this description along [said] this invention.

[0010]

[Means for Solving the Problem] It will be as follows if the outline of a typical thing is briefly explained among invention indicated in this application.

[0011] That is, this invention forms the dimming pattern which consists of a cascade screen of the 1st organic film which has dimming nature to exposure light, and the 2nd organic film which has photosensitivity on a mask substrate.

[0012] Moreover, the phase of the exposure light in which this invention penetrated the formation field of said dimming pattern is reversed to the phase of the exposure light which penetrated the opening field without a dimming pattern.

[0013] Moreover, this invention forms the protection-from-light pattern which consists of a cascade screen of the 1st organic film which has protection-from-light nature to exposure light, and the 2nd organic film which has photosensitivity on a mask substrate.

[0014] Moreover, the process which deposits the 2nd organic film on it after this invention deposits the 1st organic film which has dimming nature to exposure light on a mask substrate, The process which exposes a desired pattern on said 2nd organic film, and by performing a development to said 2nd organic film It has the process which forms the dimming pattern which consists of a cascade screen of said 1st and 2nd organic film by carrying out patterning of the 1st organic film to the process which forms the pattern of said 2nd organic film by using the pattern of said 2nd organic film as a masking layer.

[0015] Moreover, the process which deposits the 2nd organic film on it after this invention deposits the 1st organic film which has protection-from-light nature to exposure light on a mask substrate, The process which exposes a desired pattern on said 2nd organic film, and by performing a development to said 2nd organic film It has the process which forms the protection-from-light pattern which consists of a cascade screen of said 1st and 2nd organic film by carrying out patterning of the 1st organic film to the process which forms the pattern of said 2nd organic film by using the pattern of said 2nd organic film as a masking layer.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Before explaining the invention in this application to a detail, it is as follows when the semantics of the vocabulary in this application is explained.

[0017] 1. Mask (optical mask) : form the pattern which shades light, and the pattern to which the phase of light is changed on a mask substrate. The reticle in which the several times as many pattern as an actual dimension was formed is also included. The 1st principal plane of a mask is a pattern side in which the pattern which covers the above-mentioned light, and the pattern to which the phase of light is changed were formed, and, in the 2nd principal plane of a mask, the 1st principal plane means the field (namely, rear face) of an opposite hand.

[0018] 2. The usual mask, a binary mask : it is a kind of the above-mentioned mask and say the thing of the common mask which formed the mask pattern on the mask substrate by the protection-from-light pattern which consists of a metal membrane, and the light transmission pattern.

[0019] 3. Resist mask : it is a kind of the above-mentioned mask and say the mask which has the protection-from-light object (a light-shielding film, a protection-from-light pattern, protection-from-light field) which consists of organic film on a mask substrate.

[0020] 4. Classify the pattern side of a mask (a mask and a resist mask usual [above-mentioned]) into the following fields. That is, the field where the integrated-circuit pattern which should be imprinted is arranged is called "pattern imprint field", and it is called the field "a boundary region" of the periphery.

[0021] When calling it 5. "a dimming field", the "dimming film", and a "dimming pattern", having the optical property which makes less than 25% of the exposure light irradiated by the field penetrate is shown. Generally less than 15% of thing is used. When calling it a "protection-from-light field", a "light-shielding film", and a "protection-from-light pattern", having the optical property which makes less than 2% of the exposure light irradiated by the field penetrate is shown. Generally 1% or less of thing is used. On the other hand, when calling it "transparence", a "transparent membrane", and a "light transmission pattern", having the optical property which makes 60% or more of the exposure light irradiated by the field penetrate is shown. Generally 90% or more of thing is used.

[0022] 6. The extinction coefficient of the organic film to exposure light can be expressed with $k=$

($\lambda/4\pi$) α -line 10, when wavelength of k and exposure light is set to λ and an absorbance is set to α . Moreover, when the permeability of the organic film is set to T and thickness is set to d , it can express with $T=\exp(-4\pi kd/\lambda)$. When the organic film is a cascade screen of the extinction nature organic film and the resist film, it can express with $T=\exp(-4\pi k_1 d_1/\lambda) \times \exp(-4\pi k_2 d_2/\lambda)$. For K_1 , as for the thickness of the extinction nature organic film, and K_2 , the extinction coefficient of the extinction nature organic film and d_1 are [the extinction coefficient of the resist film and d_2] the thickness of the resist film.

[0023] 7. Imprint pattern : it is the pattern imprinted on the wafer with the mask, and say the pattern on the wafer specifically actually formed considering the photoresist pattern and the photoresist pattern as a mask.

[0024] 8. A photoresist pattern says the film pattern which carried out patterning of the photosensitive organic film by the technique of photolithography. In addition, the mere resist film which does not have opening about the part concerned is included in this pattern. As a sensitization line source, there are an electron ray besides light, an X-ray, and a charged-particle line. In addition to what consists of only the organic substance as photosensitive organic film, the thing containing inorganic substances, such as silicon (Si), is also included.

[0025] 9. Usually, lighting : say lighting with the optical comparatively uniform intensity distribution of the secondary light source by the thing of non-deforming lighting.

[0026] 10. Deformation lighting : it is the lighting which lowered the illuminance of the center section of the secondary light source, and include a super resolution technique with multipole lighting, such as method lighting of slanting, zona-orbicularis lighting, 4-fold pole lighting, and 5-fold pole lighting, or a pupil filter equivalent to it.

[0027] 11. Scanning exposure : the exposure approach which imprints the circuit pattern on a mask into the part of the request on a wafer by carrying out continuation migration (scan) of the thin slit-like exposure band to a wafer and a mask relatively [direction / which intersects perpendicularly with the longitudinal direction of a slit] (you making it move aslant). The equipment which performs this exposure approach is called scanner.

[0028] 12. Step-and-repeat exposure : the exposure approach which imprints the circuit pattern on a mask into the part of the request on a wafer by repeating and carrying out the step of the wafer to the projection image of the circuit pattern on a mask. The equipment which performs this exposure approach is called stepper.

[0029] Although it divides and explains to two or more sections or the gestalt of operation when there is the need for convenience in the gestalt of the following operations, except for the case where it shows clearly especially, they are not unrelated to each other and one side has relation, such as a part of another side or all modifications, a detail, and supplementary information.

[0030] Moreover, in the gestalt of the following operations, when mentioning the number of elements etc. (the number, a numeric value, an amount, the range, etc. are included), and shown especially clearly, they may be not the thing limited to the specific number except for the case where it is theoretically limited to a specific number clearly etc. but more than a specific number, or the following.

[0031] Furthermore, in the gestalt of the following operations, it cannot be overemphasized that especially the component (an element step etc. is included) is not necessarily indispensable except for the case where it is theoretically thought that it is clearly indispensable when shown clearly etc.

[0032] Similarly, when mentioning the configuration of a component etc., physical relationship, etc. in the gestalt of the following operations, and shown clearly, the case where it thinks clearly theoretically etc. shall be removed and what approximates or is substantially similar to the configuration etc. shall especially be included. This is the same also about the above-mentioned numeric value and the range.

[0033] Moreover, what has the same function in the complete diagram for explaining the gestalt of this operation attaches the same sign, and explanation of the repeat is omitted.

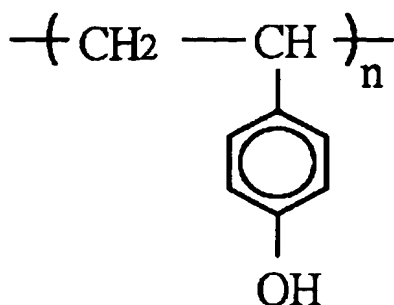
[0034] Moreover, in the drawing used with the gestalt of this operation, even if it is a top view, in order to make a drawing legible, hatching is given to the protection-from-light sections (a light-shielding film, a protection-from-light pattern, protection-from-light field, etc.) and the resist film.

[0035] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail based on a drawing.

[0036] (Gestalt 1 of operation) The problem of the resist mask found out for the first time by examination of this invention persons is explained first. The chemical formula of the typical electron ray induction resist resin which this invention persons examined is shown.

[0037]

[Formula 1]



Moreover, the spectral extinction property of this resin is shown in drawing 14 . Although the very strong optical absorption beyond absorption coefficient 20/micrometer is shown to ArF excimer laser light with a wavelength of 193nm as shown in this drawing 1414 , to i line of an extra-high pressure mercury lamp with a KrF excimer laser light of with a wavelength of 248nm or a wavelength of 365nm, it is less than [absorption coefficient 1/micrometer], and protection-from-light nature is not obtained enough. Since a KrF excimer laser aligner with a wavelength of 248nm is used for current and high exposure of the latest added value and i line with a wavelength of 365nm or g line with a wavelength of 436nm is used for the rough process that dimensional accuracy is comparatively loose, or the low process of cost, in the applicability of a resist mask, a limit of this exposure wavelength is a big problem.

[0038] Then, in the gestalt of this operation, wavelength, such as KrF excimer laser light, i line, or g line, forms a protection-from-light pattern by the organic membrane structure which shows sufficient protection-from-light nature also to exposure light 200nm or more, for example. Hereafter, the example is explained.

[0039] Drawing 1 shows the fundamental cross-section structure of the resist mask MR of the gestalt of this operation. The mask substrate 1 consists of a transparent synthetic quartz substrate, for example, and protection-from-light pattern 2a (or halftone pattern (dimming pattern) 2b explained with the gestalt 2 of operation) which consists of organic film is formed in the pattern imprint field of the 1st principal plane. In the gestalt of this operation, this protection-from-light pattern 2a (or halftone pattern 2b) consists of extinction nature organic film (1st organic film) 3a and resist film (2nd organic film) 4a accumulated on it. The difference in structure with the mask indicated by JP,5-2189307,A is that protection-from-light pattern 2a (or halftone pattern 2b) has a laminated structure of extinction nature organic film 3a and resist film 4a. [0040] Next, the manufacture approach of the resist mask MR of drawing 1 is explained using drawing 2 . Drawing 2 (a) - (c) is the important section cross section of the pattern imprint field in the production process of the resist mask MR. In addition, with the gestalt of this operation, formation of protection-from-light pattern 2a is explained, and the gestalt 2 of the below-mentioned operation explains formation of halftone pattern 2b.

[0041] First, as shown in drawing 2 (a), after applying extinction nature organic film 3a on the 1st principal plane of the mask substrate 1 and performing BEKU, spreading formation of the resist film 4a of an electron ray induction mold was carried out on it. Here, the ingredient of a polyimide system which has absorption strong against for example, KrF excimer laser light as extinction nature organic film 3a was used. This extinction nature organic film 3a is an ingredient which has solubility in a tetramethylammonium hydroxide (TMAH) water solution. In this extinction nature organic film 3a, the extinction agent to KrF excimer laser light was added. In addition, an extinction agent may be combined with polyimide. By joining together, it is hard to decompose an extinction agent and there is the description that exposure resistance is high. The extinction coefficient (imaginary part of complex index of refraction) to KrF excimer laser light is 0.58. The role of this extinction nature organic film 3a is dimming or protection from light of exposure light. Only by the photosensitive organic film (resist film 4a), since sufficient dimming nature is not obtained, the extinction nature organic film is used. Therefore, the extinction coefficient to the exposure light of extinction nature organic film 3a needs to be higher than that of the photosensitive organic film. The thickness of extinction nature organic film 3a after ** -KU could be about 0.2 micrometers. Baking temperature was made into 180 degrees. Since this baking temperature influences the solubility over TMAH greatly, it is necessary to control it to a precision.

[0042] The acid catalyzed reaction mold chemistry multiplier system positive-resist film which makes phenol resin base resin was used for resist film 4a of an electron ray induction mold. The extinction coefficient of resist film 4a to KrF excimer laser is about 0.03. As base resin, novolak resin and acrylic resin can also be used, for example. Although it is inferior to the chemistry multiplier system resist film in sensibility, non-chemistry multiplier system resist film, such as a resist by naphthoquinonediazide and

novolak resin or a resist which consists of a 2-methyl pentene-1-sulfone and novolak resin, can also be used, for example. There are the features which were [be / the time dependency to the after / exposure / development which is rich in ambient atmosphere stability which the abnormalities in a configuration of an interface with extinction nature organic film 3a cannot generate easily / small] excellent in these non-chemistry multiplier system resists.

[0043] Then, after applying these film, it applied to foreign matter test equipment, and dust particle inspection was conducted. When the foreign matter of the magnitude beyond the criteria set up beforehand was detected by the number beyond the criteria set up beforehand, it exfoliated resist film 4a and extinction nature organic film 3a, it washed, mask BURANKUSU (only henceforth BURANKUSU) was reproduced, it returned first again, and spreading of extinction nature organic film 3a and resist film 4a was performed. Although not limited, when the foreign matter and two or more chip defects 0.2 micrometers or more of magnitude which imprinting when exposure processing is performed, for example is expected were detected, it reproduced especially here. With the gestalt of this operation, since protection-from-light pattern 2a was the organic film which does not consist of metal membranes, such as chromium formed by the sputtering method etc. within vacuum devices, and is formed by the applying method, the foreign matter defective percent defective was able to be made 5% or less. On the occasion of the above-mentioned regeneration, TMAH concentration used 5% or more of water solution for exfoliation of resist film 4a and extinction nature organic film 3a. If TMAH is used, waste fluid processing is easy. As other means, the exfoliation in organic solvents, such as an acetone and an n-methyl-2-pyrrolidone, an ozone sulfuric acid, amine system resist exfoliation liquid, or the oxygen (O₂) plasma is also possible.

[0044] Next, as shown in drawing 2 (b), the electric conduction film 5 which has conductivity was applied on extinction nature organic film 3a, and the desired pattern was drawn with the electron ray EB. The water-soluble electric conduction film was used for the electric conduction film 5. The charge up at the time of electron beam lithography could be prevented with this electric conduction film 5, and the drawing location gap by the charge up was able to be prevented. Since the mask substrate 1 was insulating quartz glass and the ingredient which forms protection-from-light pattern 2a was also an insulating material, this charge-up prevention was very effective. When conductivity required to prevent the charge up was investigated, it turned out that what is necessary is just to hold down to two or less 50 M ohm/cm resistance. Then, resist film 4a of an electron ray induction mold, and as negatives were developed using a TMAH developer and it was shown in drawing 2 (c), the pattern of resist film 4a was formed. Patterning processing also of the extinction nature organic film 3a is simultaneously carried out in the case of this development. Although it was a kind of wet etching, since it became etching in a flat side, as for processing of extinction nature organic film 3a, the amount of exaggerated etching was also able to be lessened with 20%. For this reason, it could stop in the amount of side etching of 30nm or less, and excelled also in the homogeneity within a field. That is, although side etching arises somewhat in the both-sides side of extinction nature organic film 3a, to especially the pattern imprint by exposure processing, it is satisfactory. Since the dimension of an imprint pattern may be changed owing to side etching of the above-mentioned extinction nature organic film 3a when correcting, for example, imprinting a detailed pattern, in that case, the amount of retreat (side etching) of extinction nature organic film 3a by the side etching is foreseen, and the flat-surface dimension of resist film 4a may be beforehand set up more greatly rather than a demand dimension.

[0045] Next, an example of the overall configuration of this resist mask MR is shown in drawing 3. (a) of drawing 3 shows the whole resist mask MR1 top view, and (b) shows the sectional view of X-X-ray of drawing 3 at the time of laying the resist mask MR1 in an aligner (a).

[0046] This resist mask MR1 has illustrated the reticle for imprinting to the wafer which lets the integrated-circuit pattern of an about 1 to 10-time dimension pass for a cutback projection optical system etc. to an actual dimension, for example, makes a silicon single crystal etc. a subject. The mask substrate 1 is formed for example, in the shape of a flat-surface square, and two or more arrangement of the protection-from-light pattern two a1 is carried out to the pattern imprint field PA of the shape of a flat-surface square in the center of the 1st principal plane. This protection-from-light pattern two a1 is a pattern which illustrates one kind of the above-mentioned protection-from-light pattern 2a, and is formed as well as protection-from-light pattern 2a by the cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a. This protection-from-light pattern two a1 is a pattern for imprinting an integrated-circuit pattern.

[0047] The periphery of this pattern imprint field PA is surrounded with the band-like protection-from-light pattern two a2. This band-like protection-from-light pattern two a2 illustrates other classes of the above-mentioned protection-from-light pattern 2a, and that structure is formed as well as protection-from-light pattern 2a by the cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a. However, the

protection-from-light pattern two a2 does not imprint an integrated-circuit pattern, and is formed in the field equivalent to cutting fields, such as a scribe field, a dicing field, etc. on a wafer. Two or more light transmission pattern 6a is arranged at this band-like protection-from-light pattern two a2. This light transmission pattern 6a is a wafer alignment mark used when performing doubling between layers, and is formed by some protection-from-light patterns two a2 being removed. Moreover, two or more protection-from-light patterns two a3 are formed in the periphery of the band-like protection-from-light pattern two a2. This protection-from-light pattern two a3 illustrates the class of further others of the above-mentioned protection-from-light pattern 2a, and that structure is also the same with the above-mentioned protection-from-light pattern 2a, and it is formed by the cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a. This protection-from-light pattern two a3 is a reticle alignment mark for grasping the exact location of a mask. Furthermore, the 1st principal plane of the mask substrate 1 is equipped with the pellicle 7. In order to protect the resist mask MR1 from a foreign matter etc. and for a foreign matter not to be easily imprinted by the wafer etc., a pellicle 7 is a member which has pellicle film 7a, and it is equipped with it after the frame section 7b has touched the mask substrate 1 directly.

[0048] Such a resist mask MR1 is laid where the 1st principal plane of the mask substrate 1 is turned to reticle stage 8a of an aligner, for example, it is held by vacuum attraction. Sign 8b shows the vacuum siphon. An important thing is not preparing extinction nature organic film 3a and resist film 4a in the part to which members', such as frame section 7b's of a pellicle 7, reticle stage 8a's, and a reticle conveyance system's, contact the resist mask MR1 in the resist mask MR1 here. It is because it is weak compared with a metal, so those organic substance will exfoliate by contact of the above-mentioned member and will cause foreign matter generating, if, as for this, the organic substance, such as extinction nature organic film 3a and resist film 4a, exists in the part which the above-mentioned member touches. That is, since generating of the foreign matter can be prevented by not preparing those organic film in the part which the above-mentioned member touches, the imprint defect resulting from the foreign matter can be prevented. Therefore, a reliable mask can be offered.

[0049] By the way, on the occasion of exposure processing, from the drawing 3 (b) upside, exposure light is irradiated by the 2nd principal plane of the mask substrate 1, and is irradiated by the wafer etc. through the projection lens of the aligner installed under the mask substrate 1 and its 1st principal plane. Therefore, exposure light is irradiated towards escaping from the extinction nature organic film 3a side to the resist film 4a side. Although extinction nature organic film 3a tends to be destroyed by the exposure of light, with the gestalt of this operation, resist film 4a is put on extinction nature organic film 3a, and receipts and payments of reactant gas, such as oxygen which has influence on lightfastness, are restricted. That is, resist film 4a is a kind of protective coat of extinction nature organic film 3a. For this reason, it is possible to raise the exposure exposure resistance of extinction nature organic film 3a.

[0050] The permeability to the KrF excimer laser light of the protection-from-light pattern two a1 to 2a3 (cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a) of the resist mask MR1 formed by this approach is 0.2%, and became sufficient protection-from-light object. Moreover, this protection-from-light pattern two a1 to 2a3 was also able to reuse the mask substrate 1 as BURANKUSU, when TMAH concentration could exfoliate with organic solvents, such as 5% or more of water solution, an acetone, and an n-methyl-2-pyrrolidone, an ozone sulfuric acid, amine system resist exfoliation liquid, O2 plasma, etc. and washed after exfoliation. As for effectiveness, it is large that it is reusable also in respect of cost or saving-resources-izing at one of the features of this resist mask.

[0051] With the gestalt of this operation, although POJIREJISUTO was used as resist film 4a of the protection-from-light pattern two a1 to 2a3, NEGAREJISUTO can also be used. If NEGAREJISUTO is used, simplification of the production process of the resist mask MR1 will be attained. This is because those processes can be skipped if NEGAREJISUTO is used, although a side edge rinse process and a circumference exposure process are needed in order to remove resist film 4a in the boundary region of the 1st principal plane of the mask substrate 1 on the occasion of patterning of the protection-from-light pattern two a1 to 2a3 when using POJIREJISUTO. Moreover, there are exposure resistance over exposure light and the outstanding features of being strong in NEGAREJISUTO of a bridge formation system.

[0052] The numerical aperture (NA) of a lens equipped one fifth of KrF excimer steppers with this resist mask MR1, and the reduction percentage of 0.6 imprinted the desired pattern formed on the resist mask MR1 on the resist film of the positive type to which it was applied on the wafer. Usually, it exposed using lighting. Consequently, there is also no generating of an imprint defect, for example, the 0.16-micrometer detailed circuit pattern was able to be imprinted. Since the extinction coefficient of extinction nature organic film 3a is 0.58, extinction nature organic film 3a is mainly bearing the protection-from-light function to

exposure light. If an extinction coefficient is large, the light reflex in the principle of optics to the front face will become large. If there is the reflected light, it will serve as the stray light in an aligner, and it will become the cause of resolution degradation, but in the case of this structure, since resist film 4a with an extinction coefficient smaller than it is formed in the top face of extinction nature organic film 3a with a big extinction coefficient, the outstanding effectiveness that the harmful reflected light can be reduced can be acquired.

[0053] According to the gestalt of such this operation, it becomes possible to acquire the following effectiveness.

- (1) Even when wavelength uses exposure light 200nm or more like KrF excimer laser light on the occasion of . exposure processing, it becomes possible to obtain the resist mask MR1 with sufficient definition.
- (2) Since required etching processing, clearance processing of the resist film used as a mask on the occasion of the etching processing, and the washing processings accompanying it can be reduced when forming . protection-from-light pattern by the metal membrane, it becomes possible to reduce the production process of a mask.
- (3) . above (2) enables it to shorten TAT of production of a mask substantially.
- (4) Since the covering process of the metal membrane by the sputtering method within vacuum devices like [in the case of forming a protection-from-light pattern by the metal membrane by forming . protection-from-light pattern two a1 to 2a3 at a spreading process] etc. can be abolished, a defective incidence rate can be reduced and it becomes possible to raise the yield of a mask.
- (5) By having formed . protection-from-light pattern two a1 to 2a3 by the organic film, since it is only the organic film which is formed on the mask substrate 1, it can regenerate in the condition of BURANKUSU thoroughly by ashing or solvent processing. That is, since after the activity of the resist mask MR1 can make playback of a mask easy, the deployment of a resource of it is attained.
- (6) . above (2), (4), or (5) enable it to reduce the cost of a mask substantially.

[0054] (Gestalt 2 of operation) Although the thickness of said extinction nature organic film is about 0.2 micrometers and the case where this invention was applied to the so-called binary mask with which only the protection-from-light section and a translucent part have been arranged to the pattern imprint field of a mask was explained in the gestalt 1 of said operation In the gestalt of this operation, the case where this invention is applied to the so-called halftone mold phase shift mask which has the translucent section to the pattern imprint field of a mask is explained.

[0055] A halftone mold phase shift mask is a mask which formed the translucent film (it is hereafter called the halftone film) on the mask substrate (BURANKUSU) to exposure light. The permeability to the exposure light of the halftone film is usually adjusted for example, in 1% - 25%. Moreover, the thickness of the halftone film is adjusted so that phase contrast may arise to the exposure light in which the exposure light which penetrated the formation field of this film penetrated the field of opening without that film. It is known that the phase contrast which pulls out the highest definition ability is π (180 degrees). If this technique is used, it is known that can raise contrast since the phase of exposure light is reversed on a boundary with opening without the halftone film and its film, and resolution will generally improve about 5 to 20%. Hereafter, the resist mask of the gestalt of this operation is explained concretely. In addition, on the occasion of explanation of a resist mask here, drawing used with the gestalt 1 of said operation is used as it is.

[0056] In the gestalt of this operation, as shown in said drawing 1 - drawing 3 , halftone pattern 2b (2b1 - 2b3) consists of cascade screens of extinction nature organic film 3a and resist film 4a. Here, thickness of about 75nm and resist film 4a was set to about 460nm for the thickness of extinction nature organic film 3a. The permeability of halftone pattern 2b (2b1 - 2b3) which the extinction coefficient of extinction nature organic film 3a to the KrF excimer laser light which is exposure light becomes from extinction nature organic film 3a and resist film 4a since it of 0.58 and resist film 4a is 0.03 becomes about 5.5%. The refractive index of extinction nature organic film 3a to KrF excimer laser light It of 1.65 and resist film 4a For example, since [for example,] it is 1.7, The phase contrast of the exposure light which penetrated that halftone pattern 2b (2b1 - 2b3), and the exposure light which penetrated opening without that halftone pattern 2b (2b1 - 2b3) is set to about 3 π , and if it exposes using this resist mask, the phase shift effectiveness will be acquired.

[0057] In this case, since the thickness of extinction nature organic film 3a which should be processed by wet etching became thin, there were the features that process tolerance improves. 0.2 or more were required for the extinction coefficient of this extinction nature organic film 3a from the relation of the workability of the need thickness which comes from protection-from-light nature, and wet etching. Since the mask of phase

contrast π is generally used with a phase shift mask, it is good also as structure which sets phase contrast to π . When according to examination of this invention persons phase contrast is the structure of π , for example, the phase shift mask of 6% of permeability is produced, the thickness of extinction nature organic film 3a. However, about 90nm, There was a case where the thickness of resist film 4a was set to about 95nm, the thickness of resist film 4a to extinction nature organic film 3a became thin too much, and resist film 4a did not have in processing of extinction nature organic film 3a by the developer. Then, the result of having examined various the problems and imprint engine performance on the production here, If thickness of d_1 and the above-mentioned extinction nature organic film 3a is set [the refractive index of n_1 and this extinction nature organic film 3a] to d_2 for the thickness of n_2 and the above-mentioned resist film 4a, the refractive index of this resist film 4a to the exposure light of wavelength λ Especially when $((n_1 - 1) d_1 + (n_2 - 1) d_2) / \lambda$ carried out to $5/4$ or more, $7/4$ (that is, the above-mentioned phase contrast 3π) or less, $9/4$ or more, and $11/4$ (that is, the above-mentioned phase contrast 5π) or less and the above nonconformities arose, it turned out that it is desirable.

[0058] According to the gestalt of such this operation, it becomes possible to acquire the following effectiveness other than the effectiveness acquired with the gestalt 1 of said operation.

[0059] That is, even when wavelength uses exposure light 200nm or more like KrF excimer laser light on the occasion of exposure processing, it becomes possible to obtain a halftone mold phase shift resist mask with sufficient definition.

[0060] (Gestalt 3 of operation) In the gestalt of this operation, drawing 4 (a) - (c) and drawing 5 explain the resist mask at the time of making exposure light into i line (wavelength of 365nm). In addition, drawing 4 (a) - (c) is an important section sectional view in the pattern imprint field in the production process of the resist mask of the gestalt of this operation.

[0061] First, as shown in drawing 4 (a), sequential spreading of the photosensitive resist film 4a which consists of extinction nature organic film 3a for i lines, novolak resin, etc. on the mask substrate 1 (BURANKUSU) was carried out from the lower layer. Extinction nature organic film 3a for these i lines becomes for example, polyimide system resin from what added extinction material, and that ingredient itself is a common ingredient indicated by JP,59-93448,A. on the other hand, photosensitive resist film 4a is limited to novolak resin, and 7s **, for example, phenol system resin, may be used for it.

[0062] Then, as shown in drawing 4 (b), the desired pattern was exposed using with a wavelength of 365nm laser beam L to the resist film 4a. When laser beam L was used for the light source for pattern exposure at this time, the effect of the thin film interference in the reflected light or the resist film became a problem, but with the gestalt of this operation, since extinction nature organic film 3a which has an acid-resisting function was prepared in the bottom of resist film 4a, high exposure of precision was able to be performed, without being influenced of the thin film interference in that reflected light or resist film 4a. Moreover, since laser beam L was used for drawing, when an electron ray was used, the problem of the charge up which poses a problem was not produced. Therefore, pattern imprint precision was able to be raised.

[0063] Then, as shown in drawing 4 (c), while developing negatives in the TMAH water solution and carrying out putter NINGUN of the resist film 4a, halftone pattern 2b was formed on the 1st principal plane of the mask substrate 1 by carrying out patterning of the extinction nature organic film 3a. Although the thing of 0.33 was used for the extinction coefficient of extinction nature organic film 3a used here as opposed to i line, an extinction coefficient is so desirable that it is high. This is because optical absorption can be raised, so thickness of extinction nature organic film 3a can be made thin, and is because the process tolerance of extinction nature organic film 3a can be raised. The optical absorption property of extinction nature organic film 3a for these i lines is shown in drawing 5 . It turns out that the high extinction coefficient is obtained on the wavelength of 365nm. Moreover, the thickness of extinction nature organic film 3a could be about 0.2 micrometers here. POJIREJISUTO was used for resist film 4a. If ***** after development chooses that for which it is hard to depend on a pattern dimension as resist film 4a here, a phase change will become it is few and possible [performing the high imprint of precision]. Thickness of resist film 4a was set to about 0.5 micrometers. Between the light which the exposure light which penetrates resist film 4a and extinction nature organic film 3a on this condition became 4%, and penetrated the cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a, and the light which penetrated opening without that cascade screen, the phase contrast of for example, 3π arose, and the halftone mold phase shift resist mask MR3 for i lines of 4% of transmission was obtained.

[0064] However, what is necessary is to replace with a halftone mold phase shift mask, and just to thicken extinction nature organic film 3a for making it the above-mentioned binary mask (that is, a halftone pattern being changed into the above-mentioned protection-from-light pattern) (to for example, about 0.4

micrometers). Moreover, although here explained the case where the resist mask for i lines was produced, it is also possible to produce the resist mask of g line (wavelength of 436nm) by the same approach, and the same effectiveness as i line was able to be checked.

[0065] According to the gestalt of such this operation, it becomes possible to acquire the same effectiveness as the gestalten 1 and 2 of said operation.

[0066] (Gestalt 4 of operation) Drawing 6 (a) - (e) explains the production process of the resist mask of the gestalt of this operation. In addition, drawing 6 (a) - (e) is the important section sectional view of the pattern imprint field in the production process of a resist mask.

[0067] First, as shown in drawing 6 (a), extinction nature organic film 3a was applied on the mask substrate 1, and BEKU was performed. Here, the ingredient with absorption strong against KrF excimer laser light of a polyimide system was used like the gestalt 1 of said operation as extinction nature organic film 3a. The thickness of extinction nature organic film 3a after *-KU could be about 0.3 micrometers. Baking temperature was made into about 180 degrees. Since baking temperature influences the solubility over TMAH greatly, it is necessary to control it to a precision.

[0068] Then, it is the object which make it hard to melt the front face of extinction nature organic film 3a into TMAH, for example, the nitrogen plasma was irradiated. Ultraviolet rays, such as other, for example, VUV, light [plasma] (wavelength of 157nm), may be irradiated. This forms the surface treatment barrier layer (only henceforth a barrier layer) 9 to TMAH in the front face of extinction nature organic film 3a. Then, as shown in drawing 6 (b), resist film 4a of an electron ray induction mold was applied on the barrier layer 9. The acid catalyzed reaction mold chemistry multiplier system positive resist which makes novolak resin base resin was used for resist film 4a of an electron ray induction mold. Then, as shown in drawing 6 (c), the electric conduction film 5 which has conductivity was applied, and the desired pattern was drawn with the electron ray EB. The water-soluble electric conduction film was used for the electric conduction film 5. Like the gestalt 1 of said operation, the charge up at the time of electron beam lithography could be prevented with the electric conduction film 5, and the drawing location gap by the charge up was able to be prevented.

[0069] Subsequently, as resist film 4a of an electron ray induction mold, negatives were developed using a TMAH developer and it was shown in drawing 6 (d), patterning of the resist film 4a was carried out. Under the present circumstances, in the gestalt of this operation, since there is a barrier layer 9, also in a detailed pattern, etching by the TMAH water solution once stops at the barrier layer 9 also in a pattern with big size. Then, as shown in drawing 6 (e), the barrier layer 9 is etched with a TMAH water solution, and patterning of the extinction nature organic film 3a is carried out. Since the amount of side etching of extinction nature organic film 3a may also change as a result of progress of the development of resist film 4a changing by the difference in the area of area, this takes it into consideration. That is, with the gestalt of this operation, since the initiation event of etching of extinction nature organic film 3a can be arranged almost identically in the 1st principal plane of the mask substrate 1 by forming the barrier layer 9 in the top face of extinction nature organic film 3a, progress of etching of extinction nature organic film 3a can be mostly made into homogeneity into the 1st principal plane of the mask substrate 1. This becomes possible to make mostly the amount of the side etching SE of extinction nature organic film 3a into homogeneity into the 1st principal plane of the mask substrate 1.

[0070] That concentration may be changed, although the concentration of TMAH is applied to processing of extinction nature organic film 3a from the development of resist film 4a on the occasion of this development and it is good also as this concentration. If a part of barrier layer 9 has the part into which barrier property deteriorated, since development will be quick and progress pattern dimensional accuracy will deteriorate from there, it is made for this not to have such a thing. That is, when a developer reaches the barrier layer 9, it is made to lower the concentration of TMAH. The nonconformity resulting from partial degradation of the barrier layer 9 can be avoided by this, and pattern dimensional accuracy can be raised.

[0071] Thus, patterning of the extinction nature organic film 3a can be carried out good, and the resist mask MR4 which has protection-from-light pattern 2a which consists of a cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a is created. In addition, the approach of the gestalt this operation is applicable also with the gestalten 2 and 3 of said operation.

[0072] According to the gestalt of this operation, it becomes possible to acquire the following effectiveness besides the effectiveness acquired with the gestalten 1-3 of said operation.

[0073] That is, by having formed the barrier layer 9, relatively, also in a detailed pattern, processing of extinction nature organic film 3a can be relatively made into homogeneity also in a big pattern, and it becomes possible to make mostly the amount of side etching of extinction nature organic film 3a to the

pattern of resist film 4a into homogeneity into the 1st principal plane of the mask substrate 1.

[0074] (Gestalt 5 of operation) With the gestalt of this operation, the resist mask was produced in accordance with the gestalt 1 of said operation except for the following points. Different points are the resist film used on the occasion of mask manufacture, and a development process. As resist film 4a, the copolymer of an alpha-methyl-styrene-alpha chloro methyl acrylate was used, for example. development -- for example, 3-pentanone and diethyl malonate -- 50wt(s)% -- every -- the mixed organic developer was used.

[0075] The concrete production process of the resist mask of the gestalt of this operation is as follows. First, as shown in drawing 7 (a), after applying extinction nature organic film 3a on the 1st principal plane of the mask substrate 1 and performing BEKU, as shown in drawing 7 (b), the water-soluble electric conduction film 5 for charge-up prevention is applied after spreading of the above-mentioned resist film 4a, and BEKU, and it draws with an electron ray EB. After rinsing removes the electric conduction film 5, as shown in drawing 7 (c), organic development is performed and the pattern of resist film 4a is formed on extinction nature organic film 3a. In development, extinction nature organic film 3a is not etched by doing in this way. Then, the pattern of resist film 4a was used as the mask using the TMAH water solution, extinction nature organic film 3a was etched, and as shown in drawing 7 (d), the resist mask MR5 which has protection-from-light object pattern 2a which consists of a cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a was created. In addition, this approach is applicable also to the gestalten 2 and 3 of said operation.

[0076] In the gestalt of this operation, although the process became long a little as compared with the case of the gestalt 1 of said operation, since it was able to dissociate and extinction nature organic film 3a was processed, with the development of resist film 4a, the outstanding effectiveness that process tolerance went up was able to be acquired. As especially shown in drawing 7 (d), a detailed pattern or when a **** pattern is relatively intermingled on the same mask substrate 1 relatively [pattern / dense], the process tolerance of a pattern can be raised relatively [pattern / big] relatively. As the gestalt 4 of said operation explained, relatively this relatively [pattern / big] A detailed pattern, When a **** pattern is relatively intermingled on the same mask substrate 1 relatively [pattern / dense], Although the amount of side etching of extinction nature organic film 3a changes and fluctuation arises in a pattern dimension since the developing time of resist film 4a until extinction nature organic film 3a is exposed with the difference in the dimension and consistency differs It is because patterning of the extinction nature organic film 3a is carried out with the gestalt of this operation after developing resist film 4a, so extinction nature organic film 3a can be mostly etched into homogeneity in the principal plane of the mask substrate 1.

[0077] (Gestalt 6 of operation) Drawing 8 R> 8 (a) - (d) explains how to form a protection-from-light pattern by the dry etching method in the gestalt of this operation. In addition, drawing 8 (a) - (d) is the important section sectional view of the pattern imprint field in the production process of a resist mask.

[0078] First, as shown in drawing 8 (a), after applying extinction nature organic film 3a on the 1st principal plane of the mask substrate 1 and performing BEKU, resist film 4a of an electron ray induction mold was applied on it. Here, the ingredient of the poly aniline system which has strong absorptivity to KrF excimer laser light as extinction nature organic film 3a was used. This extinction nature organic film 3a is an ingredient with conductivity. In this extinction nature organic film 3a, the extinction agent to KrF excimer laser light was added. The thickness of extinction nature organic film 3a after **-KU could be about 0.3 micrometers. Baking temperature was made into 250 degrees. The acid catalyzed reaction mold chemistry multiplier system positive resist which makes phenol resin base resin was used for the resist film of an electron ray induction mold. As base resin, novolak resin and acrylic resin can also be used, for example.

[0079] Then, as shown in drawing 8 (b), the desired pattern was drawn with the electron ray EB. With the gestalt of this operation, since extinction nature organic film 3a was also the electric conduction film, the charge up at the time of electron beam lithography was prevented, and the drawing location gap by the charge up was able to be prevented. Then, as resist film 4a of an electron ray induction mold, negatives were developed using a TMAH developer and it was shown in drawing 8 (c), the pattern of resist film 4a was formed on extinction nature organic film 3a. Then, as shown in drawing 8 (d), patterning of the extinction nature organic film 3a was carried out by dry etching by using the pattern of resist film 4a as an etching mask. The resist mask MR6 which has by this the protection-from-light pattern 2 which consists of a cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a is created.

[0080] According to the gestalt of such this operation, the following effectiveness can be acquired besides the effectiveness acquired with the gestalten 1-3 of said operation.

[0081] That is, since extinction nature organic film 3a was processible in the almost vertical configuration [be / no side etching] by forming extinction nature organic film 3a using the high dry etching of an anisotropy, it became possible to form the high protection-from-light object pattern 2 of dimensional

accuracy. If resist film 4a which inorganic substances, such as silicon (Si), contained as a modification is used, it will become possible to take an etching rate ratio with extinction nature organic film 3a, and it will become possible to raise the dimensional accuracy of protection-from-light pattern 2a further.

[0082] (Gestalt 7 of operation) The gestalt of this operation explains the modification of a halftone mold phase shift resist mask. The important section top view of the pattern imprint field of the halftone mold phase shift resist mask MR7 of the gestalt of this operation is shown in drawing 9 (a), and the sectional view of X-X-ray is shown in it at (b). In addition, 0pi (180 degrees) and 2pi (360 degrees) of drawing 9 (a) show the phase contrast of the exposure light which penetrated each area. Moreover, percent shows the permeability of the exposure light which penetrated each area.

[0083] On the 1st principal plane of the mask substrate 1, halftone pattern 2b which consists of a cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a is formed. Here, developing time was adjusted, the crosswise dimension of the pattern of extinction nature organic film 3a was retreated to the crosswise dimension of the pattern of resist film 4a, and the eaves of width of face D1 were formed in the periphery edge of the pattern of resist film 4a.

[0084] Moreover, when a refractive index [as opposed to the exposure light of λ and resist film 4a for the wavelength of exposure light] was set to n , thickness D2 of resist film 4a was made into $\lambda/(2(n-1))$. That is, a phase reverses only π to the exposure light which penetrates opening in which the exposure light which penetrates the eaves field of resist film 4a does not have extinction nature organic film 3a and resist film 4a. Moreover, a phase reverses only π to the exposure light in which the exposure light which penetrates the eaves field of resist film 4a penetrates the superficial lap field (dimming field) of extinction nature organic film 3a and resist film 4a.

[0085] Moreover, the exposure light which penetrates the superficial lap field of extinction nature organic film 3a and resist film 4a is about 1%. The exposure light which penetrates the eaves field of resist film 4a is about 80%. Furthermore, the exposure light which penetrates the mask substrate 1 of opening without extinction nature organic film 3a and resist film 4a is 100%.

[0086] The exposure contrast when using this halftone mold phase shift resist mask MR7 is shown in drawing 10. The dimension of drawing 10 is a dimension on the halftone mold phase shift resist mask MR7, and if reduction percentage of the lens of an aligner is set to M , the dimension on a wafer will be set to $1/M$. Here, since the reduction percentage of the above-mentioned lens used one fifth of steppers, 0.1 micrometers of this drawing 10 mean 0.02 micrometers on the wafer exposed, for example. Exposure contrast improved compared with the case where eaves do not have **** on the halftone mold phase shift resist mask MR7 in 0.05 to 0.15 micrometers. It is because the effectiveness of a rim mold halftone showed up. As a result of examining various definition of an exposure imprint, thickness d of resist film 4a is $\lambda/(\text{improvement in contrast})$ was accepted more than four $(n-1)$ by $3\lambda/(4(n-1))$ following (that is, the phase contrast of the above-mentioned exposure light π)).

[0087] Thus, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to acquire the following effectiveness other than the effectiveness acquired with the gestalten 1-3 of said operation.

[0088] Namely, the phase of the exposure light which penetrated the eaves field of resist film 4a By having made it make it reversed 180 degrees to the phase of the exposure light which penetrated opening without exposure light and extinction nature organic film 3a and resist film 4a which penetrated the superficial lap field of extinction nature organic film 3a and resist film 4a Since the contrast of a pattern profile field can be raised according to the effectiveness of phase inversion even if side etching of the side face of extinction nature organic film 3a is carried out somewhat, fluctuation of the longitudinal direction dimension of an imprint pattern can be suppressed. Therefore, it becomes possible to raise the dimensional accuracy of an imprint pattern.

[0089] (Gestalt 8 of operation) The modification of the whole resist mask structure is explained in the gestalt of this operation. An example of the resist mask MR8 produced with the gestalt of this operation is shown in drawing 11. Drawing 11 (a) shows the whole resist mask MR8 top view, and (b) shows the sectional view of X-X-ray of (a) at the time of laying the resist mask MR8 in an aligner.

[0090] Here, almost on the whole, it is covered by protection-from-light pattern 10a which the boundary region of the 1st principal plane of the mask substrate 1 becomes from metal membranes, such as chromium (Cr). However, protection-from-light pattern 10a is not limited to chromium, and may use refractory metal silicide (compound), such as nitrides, such as refractory metals [change / it / for example,], such as a tungsten, molybdenum, a tantalum, or titanium, and a nitriding tungsten, tungsten silicide (WSix), and molybdenum silicide (MoSix), or these cascade screens variously.

[0091] Since the mask substrate 1 may be washed in the case of the resist mask MR8 of the gestalt of this

operation and it may use it again after removing protection-from-light pattern 2a which consists of an organic material, to protection-from-light pattern 10a, the ingredient which is rich in peeling resistance or abrasion resistance is desirable. Since refractory metals, such as a tungsten, are rich in oxidation resistance and abrasion resistance and rich in peeling resistance, they are desirable as an ingredient of protection-from-light pattern 10a.

[0092] Light transmission pattern 6a in which a part of protection-from-light pattern 10a was removed and formed is a wafer alignment mark used when performing doubling between the different layers on a wafer like the gestalt 1 of said operation. Moreover, light transmission pattern 6b in which a part of protection-from-light pattern 10a was removed and formed is a reticle alignment mark for grasping the exact location of the resist mask MR8. Light transmission pattern 6c in which a part of protection-from-light pattern 10a was removed in the shape of a flat-surface cross joint, and it was formed [near the corner of the mask substrate 1] is an alignment mark for drawing for performing drawing positioning of light transmission pattern 6a for wafer alignment marks, light transmission pattern 6b for a reticle alignment mark, etc. and protection-from-light pattern 2a for an integrated-circuit pattern imprint. The pellicle 7 is joined after the adhesion side of the frame section 7b has touched protection-from-light pattern 10a directly. In the resist mask MR8, extinction nature organic film 3a and resist film 4a are not formed in the part in contact with frame section 7b of a pellicle 7, reticle stage 8a, and a reticle conveyance system. Since it will exfoliate at the time of contact and will become a foreign matter defect if extinction nature organic film 3a and resist film 4a are formed in the contact surface as described above, it is for preventing it.

[0093] In some aligners, various marks, such as a reticle alignment mark, are detected using a halogen lamp, red diode, red semiconductor laser, or (Helium helium)-neon (Ne) laser beam. the protection-from-light object for exposure light which consists of a cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a -- these long waves -- it may become difficult for sufficient protection-from-light nature not to be obtained to merit's light, but to detect various marks, such as a reticle alignment mark, by sufficient contrast. So, with the gestalt of this operation, it formed by removing a part of protection-from-light pattern 10a which consists these marks of a metal. In this case, since sufficient protection-from-light nature was obtained also to the light of the above long wavelength, the detection contrast of various marks, such as a reticle alignment mark, also became sufficient thing.

[0094] Next, drawing 11 and drawing 12 (a) - (d) explains the production process of the resist mask MR8 of the gestalt of this operation. In addition, drawing 12 (a) - (d) is a sectional view in the production process of the resist mask MR8.

[0095] As shown in drawing 12 (a), on the 1st principal plane of the mask substrate 1 first, after depositing the metal membrane which consists of chromium (Cr) etc. by the sputtering method etc., for example, by carrying out patterning of this by the etching method. For example, the light transmission patterns 6a-6c formed by removing flat-surface frame-like protection-from-light pattern 10a and its part are formed (not shown [in this drawing 12 (a) / light transmission pattern 6c] in addition).

[0096] Then, as shown in drawing 12 (b), after applying extinction nature organic film 3a on the 1st principal plane of the mask substrate 1 and performing BEKU like the case of the gestalt 1 of said operation, resist film 4a of an electron ray induction mold was applied on it. After performing BEKU, the electric conduction film 5 which has conductivity was applied.

[0097] Then, as shown in drawing 12 (c), the desired circuit pattern was drawn with the electron ray EB. Under the present circumstances, with reference to the location of light transmission pattern 6c (refer to drawing 11) which is an alignment mark for drawing, location amendment was performed and it drew. Since a location gap will occur in Hazama of a circuit pattern, a reticle alignment mark (light transmission pattern 6b), and a wafer alignment mark (light transmission pattern 6a) if this alignment mark for drawing does not exist, this alignment mark location detection for drawing is important.

[0098] Subsequently, resist film 4a of an electron ray induction mold, and negatives were developed using the TMAH developer, and as shown in drawing 12 (d), patterning of the resist film 4a was carried out. In the case of this development, extinction nature organic film 3a is also processed, and the pattern of extinction nature organic film 3a is formed. The resist mask MR8 which has by this protection-from-light pattern 2a which consists of a cascade screen of extinction nature organic film 3a and resist film 4a is created. In addition, although the wafer alignment mark (light transmission pattern 6a) was formed by removing a part of protection-from-light pattern 10a which consists of a metal membrane, it may be formed here by the protection-from-light object pattern which consists of extinction nature organic film 3a and resist film 4a.

[0099] effectiveness **** of the following besides the effectiveness which was acquired with the gestalten 1-3 of said operation according to the gestalt of such this operation -- things become possible.

[0100] That is, also in the aligner which performs a reticle alignment mark using a halogen lamp, red diode, red semiconductor laser, or a helium-Ne laser beam, it becomes possible to perform location detection of the resist mask MR8 good by having formed the reticle alignment mark by removing a part of protection-from-light pattern 10a which consists of a metal membrane.

[0101] (Gestalt 9 of operation) In the gestalt of this operation, the case where both protection-from-light patterns which consist of a protection-from-light pattern which becomes the pattern imprint field of a resist mask from a metal, and organic film are arranged is explained. In addition, the mask technique in which the protection-from-light pattern which becomes a part of pattern imprint field from the organic film has been arranged is indicated by the application for patent No. (July 7, Heisei 12 application) 206729 [2000 to].

[0102] Drawing 13 (a) is the whole resist mask MR9 top view of the gestalt of this operation, and (b) is the sectional view of the X-X-ray. The protection-from-light patterns 2a and 10b for integrated circuits are formed in the pattern imprint field PA of the 1st principal plane of the mask substrate 1. Protection-from-light pattern 10b is formed by the same metal membrane as protection-from-light pattern 10a. This protection-from-light pattern 10b is simultaneously formed at the time of the patterning process of protection-from-light pattern 10a explained with the gestalt 8 of said operation. Protection-from-light pattern 10b which consists of a metal membrane considered as the pattern which can be used for a general purpose, or the circuit pattern of a part with little correction, and protection-from-light pattern 2a which consists of the organic substance was taken as the pattern properly used as an option, or the circuit pattern with much correction. In addition, protection-from-light pattern 2a which consists of two-layer organic film is formed after the formation process of the protection-from-light patterns 10a and 10b of the above-mentioned metal membrane.

[0103] Thus, after using the created resist mask MR9 for imprint exposure, protection-from-light pattern 2a which consists of organic film by the approach stated with the gestalt 1 of said operation was removed, and protection-from-light object pattern 2a which consists of desired organic film again was formed. On the occasion of such regeneration, since protection-from-light pattern 10b which consists of a metal membrane was diverted as it is, it was also able to reduce substantially number of making processes, and drawing time amount. In addition, as for the connection 11 of protection-from-light object pattern 10b which consists of a metal membrane, and pattern 2a which consists of organic film, it is desirable to consider as the layout which made it the big pattern more relatively than other parts so that accuracy might be overlapped in consideration of the doubling gap at the time of drawing, and took lap cost into consideration.

[0104] according to the gestalt of this operation -- gestalt 1- of said operation -- it becomes possible to acquire the following effectiveness other than the effectiveness acquired by 3 and 8.

(1) Since creation routing counters, drawing time amount, etc. for forming a protection-from-light pattern again on the occasion of regeneration by having formed the protection-from-light pattern for . pattern imprint by both the metal membrane and the organic film are substantially reducible, the re-creation period of the resist mask MR9 can be shortened. Therefore, the production time of the product which imprints a pattern using this can be shortened further.

(2) By having formed the protection-from-light pattern for . pattern imprint by both the metal membrane and the organic film, it becomes possible to offer the resist mask MR9 which combines both endurance and a short delivery date.

[0105] As mentioned above, although invention made by this invention person was concretely explained based on the gestalt of operation, it cannot be overemphasized that it can change variously in the range which this invention is not limited to the gestalt of said operation, and does not deviate from the summary.

[0106] For example, in the gestalten 1-9 of said operation, although the case where a protection-from-light pattern was made into the laminated structure of the extinction nature organic film and the resist film was explained, it is not limited to this and is good also as monolayer of the extinction nature organic film. That is, after carrying out patterning of the extinction nature organic film by using the resist film as a mask, the resist film may be removed.

[0107] Moreover, although the gestalten 1-9 of said operation explained the case where lighting was usually used on the occasion of exposure processing, it is not limited to this and said deformation lighting may be used.

[0108] Moreover, although the gestalten 1-9 of said operation explained the case where a stepper was used on the occasion of exposure processing, it is not limited to this and the scanning exposure approach using [for example,] said scanner may be adopted.

[0109] Although the above explanation explained the case where the integrated-circuit pattern which is the field of the invention which became the background about invention mainly made by this invention person

was applied to the approach of imprinting on a wafer, it is not limited to it and a predetermined pattern can be applied also to the manufacture approach of a disk with required imprinting by exposure processing using [for example,] the mask, the manufacture approach of a liquid crystal display, or the manufacture approach of a micro machine.

[0110]

[Effect of the Invention] It will be as follows if the effectiveness acquired by the typical thing among invention indicated by this application is explained briefly.

[0111] That is, by forming the dimming pattern or protection-from-light pattern which consists of a cascade screen of the 1st organic film which has dimming nature or protection-from-light nature to exposure light, and the 2nd organic film which has photosensitivity on a mask substrate according to this invention, even when using exposure light with a wavelength of 200nm or more, it becomes possible to obtain a resist mask with sufficient definition.

[Translation done.]

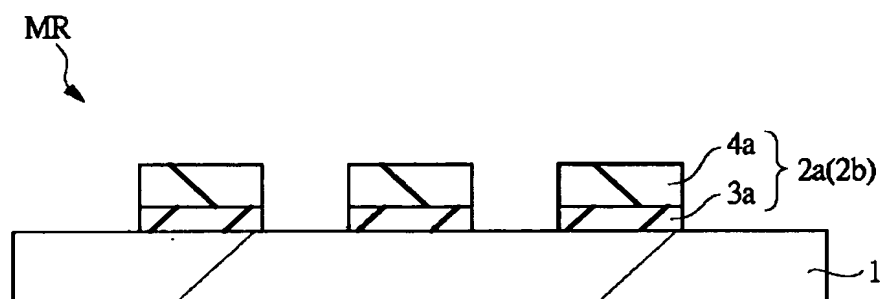
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

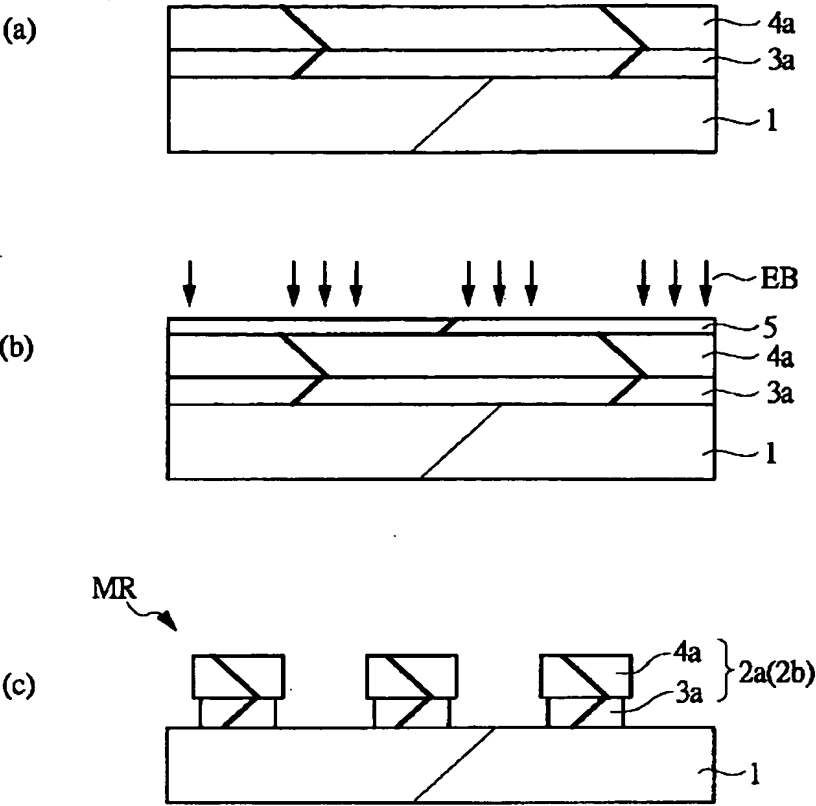
[Drawing 1]

 1


- MR : レジストマスク
 1 : マスク基板
 2a : 遮光パターン
 2b : ハーフトーンパターン (減光パターン)
 3a : 吸光性有機膜 (第1有機膜)
 4a : レジスト膜 (第2有機膜)

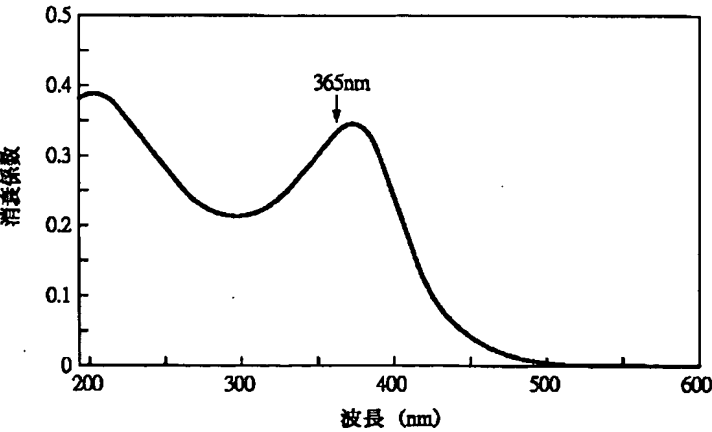
[Drawing 2]

図 2



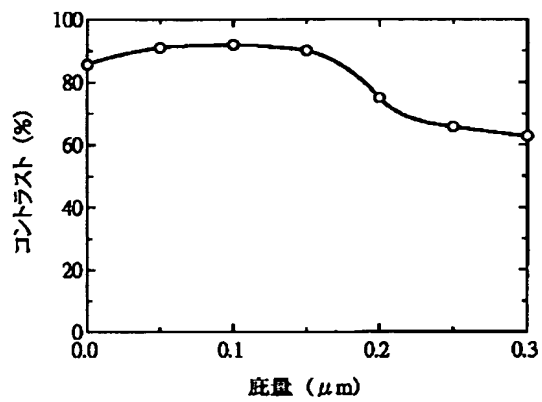
[Drawing 5]

図 5



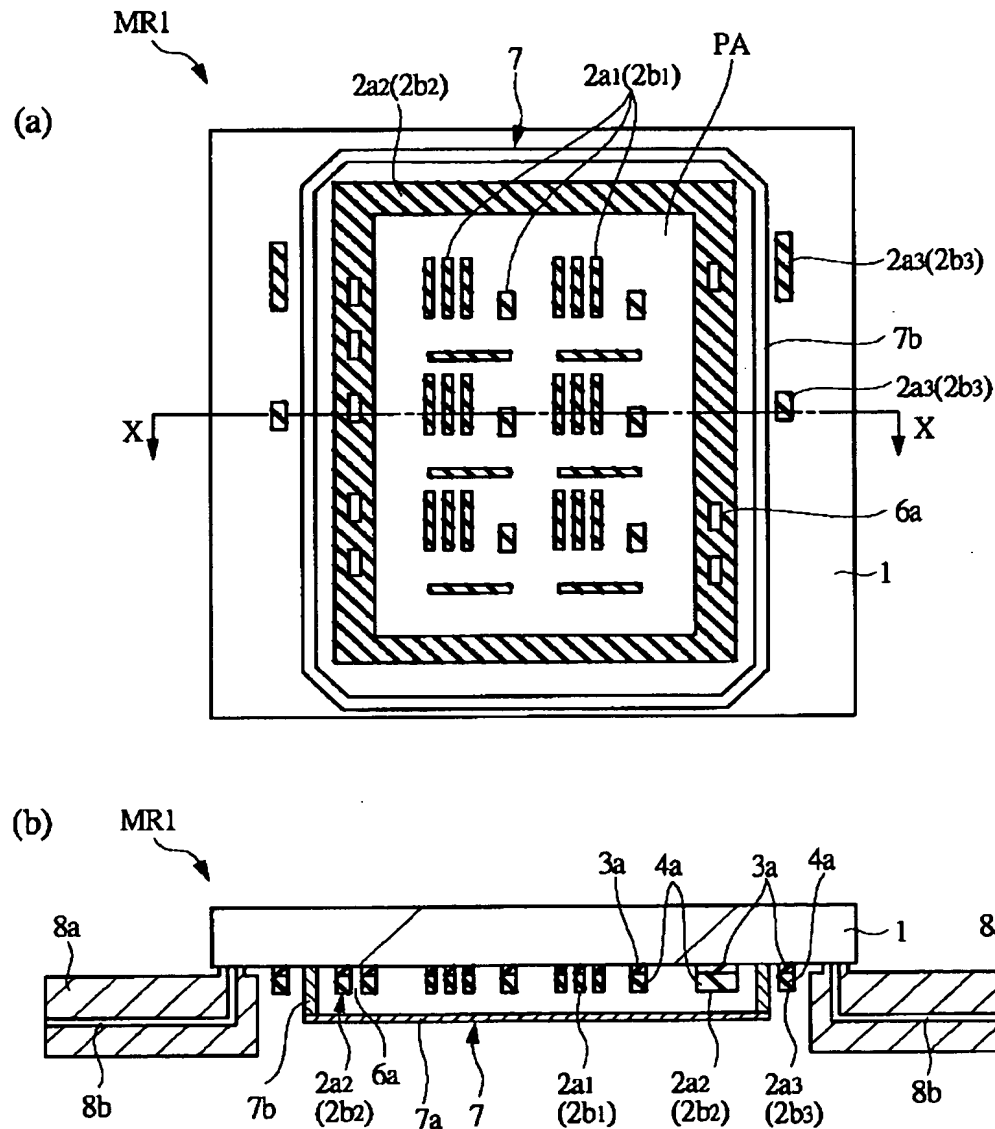
[Drawing 10]

図 10

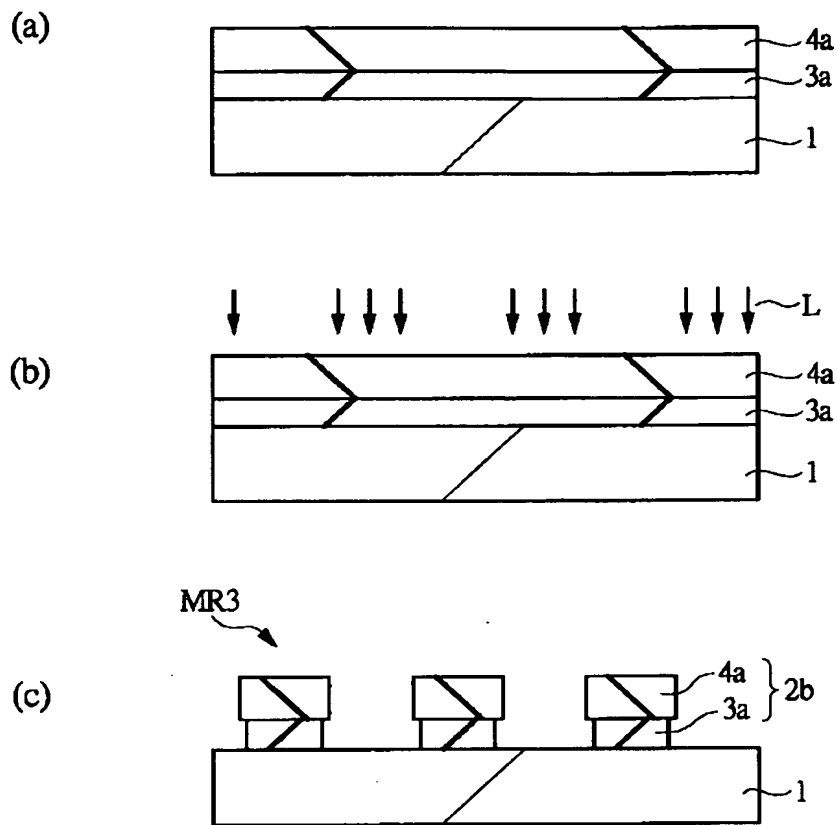


[Drawing 3]

図 3

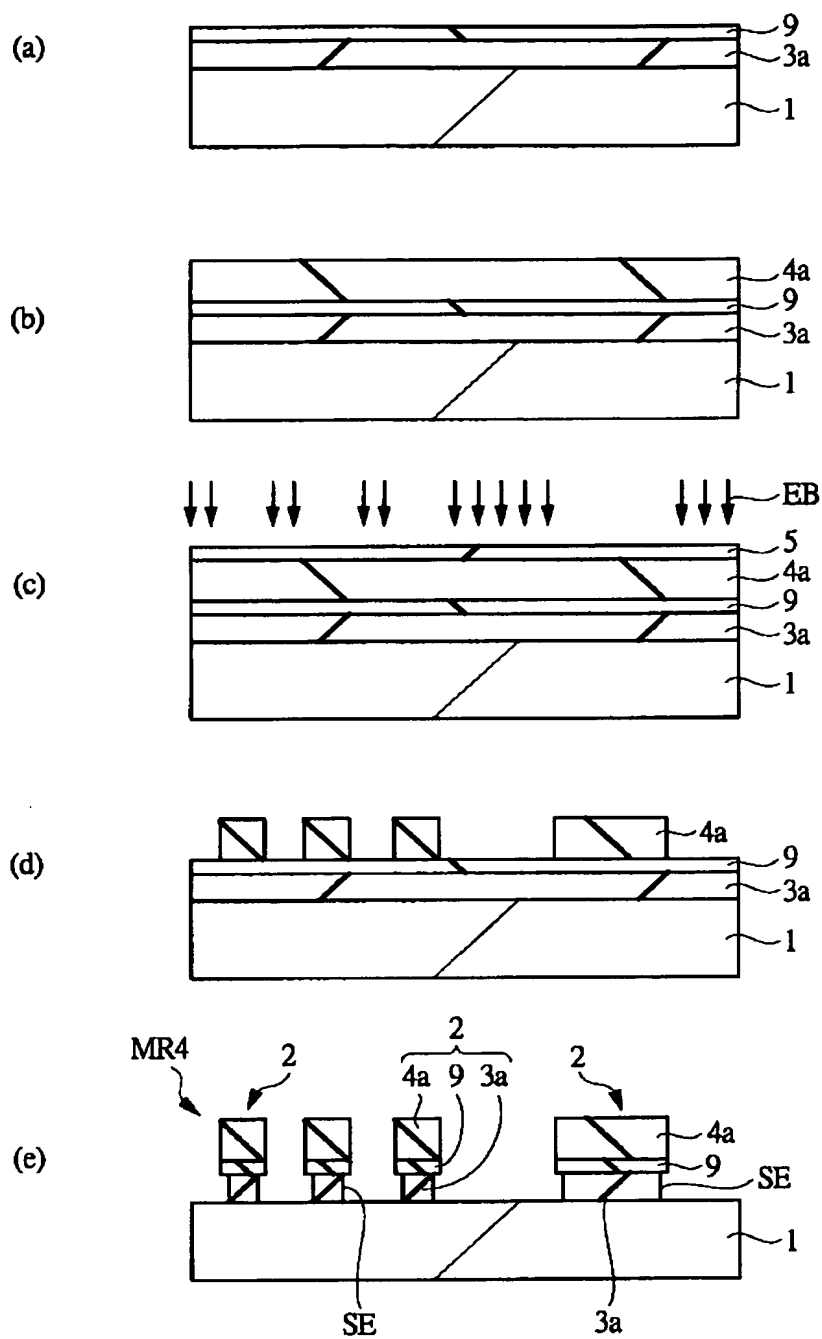


[Drawing 4]

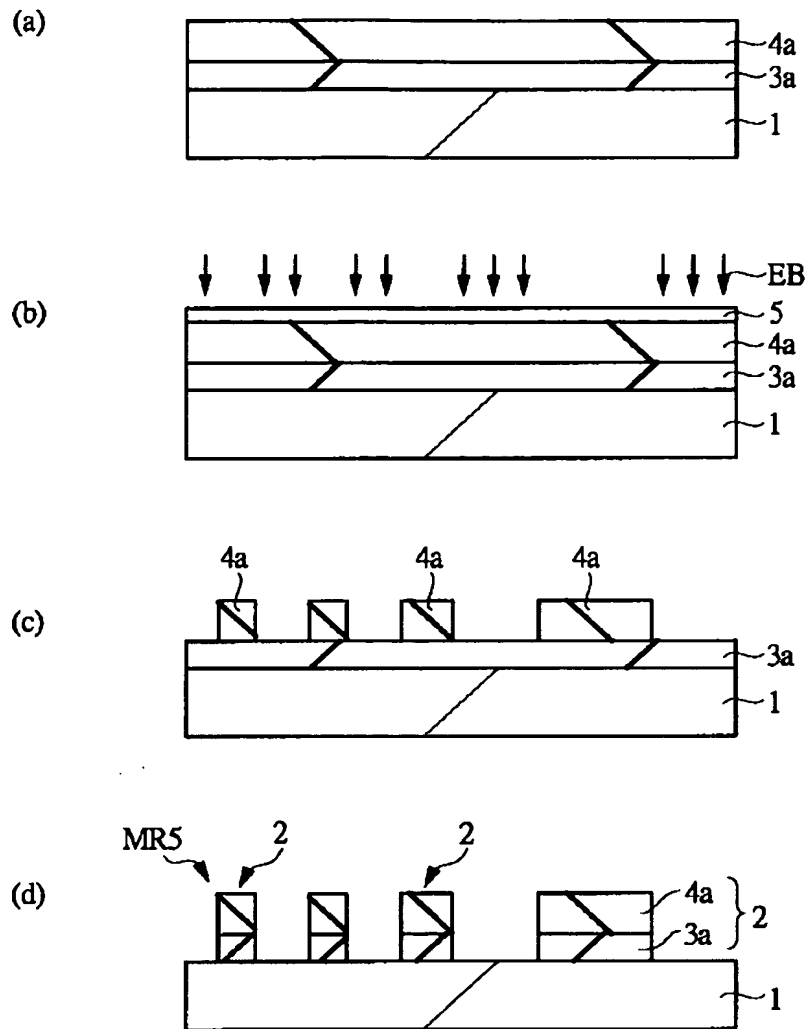
 4

[Drawing 6]

FIG 6

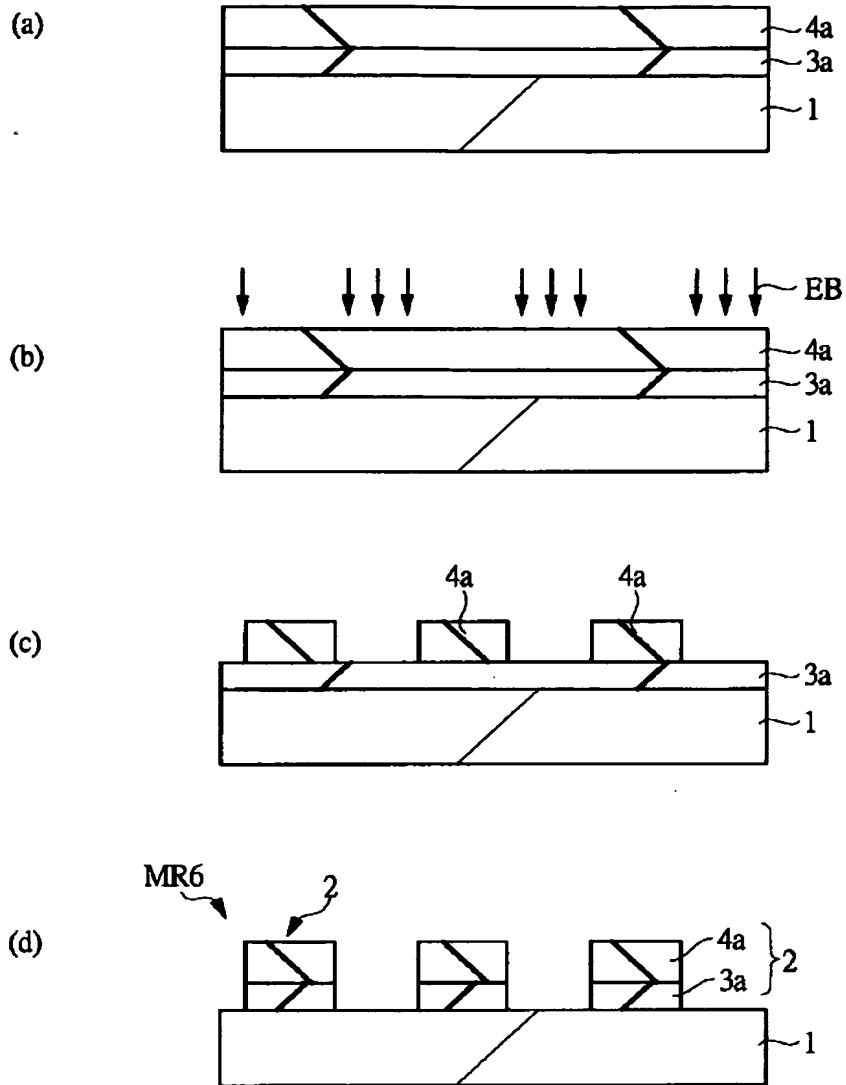


[Drawing 7]

 7


[Drawing 8]

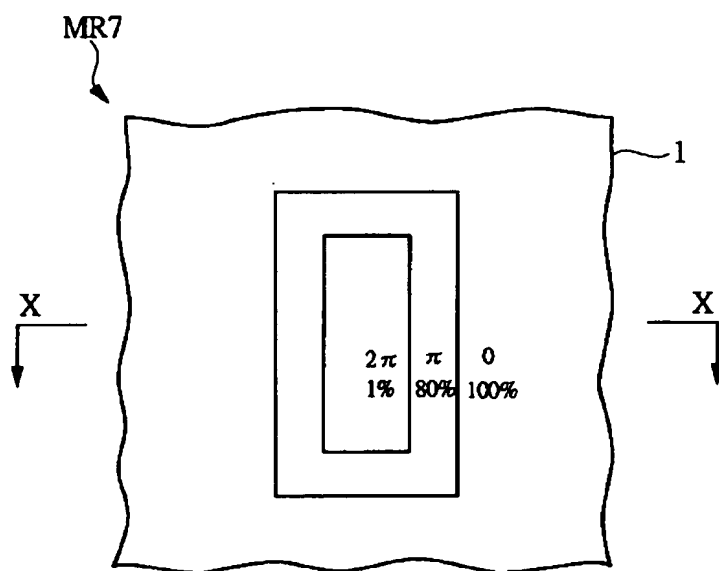
8



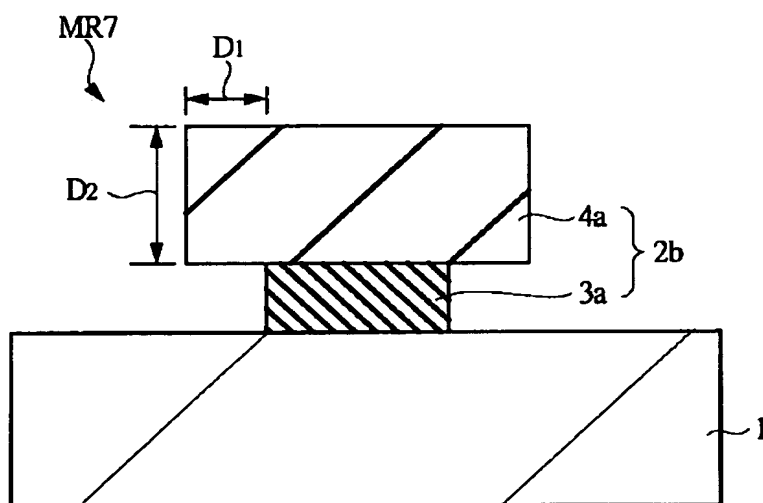
[Drawing 9]

9

(a)

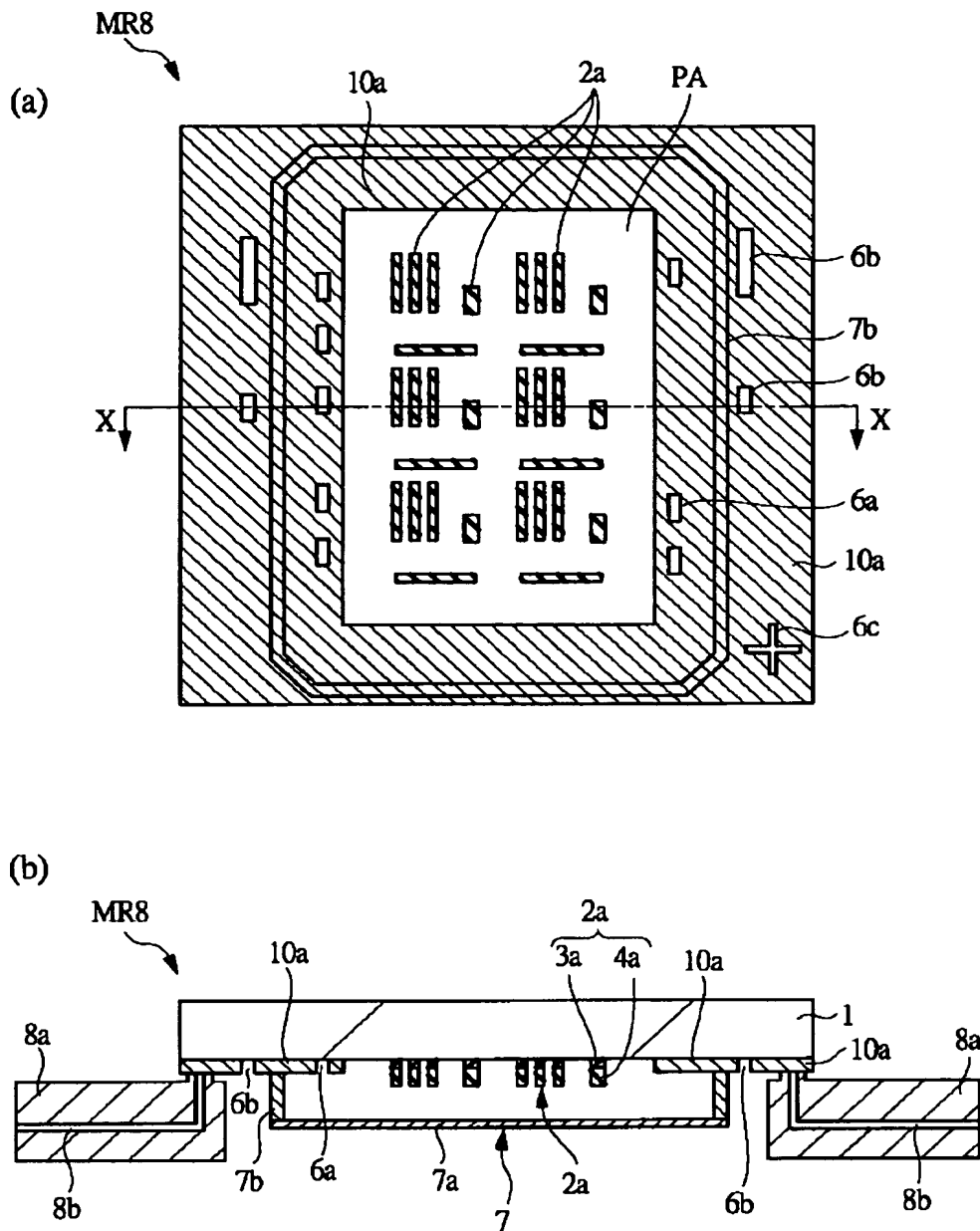


(b)



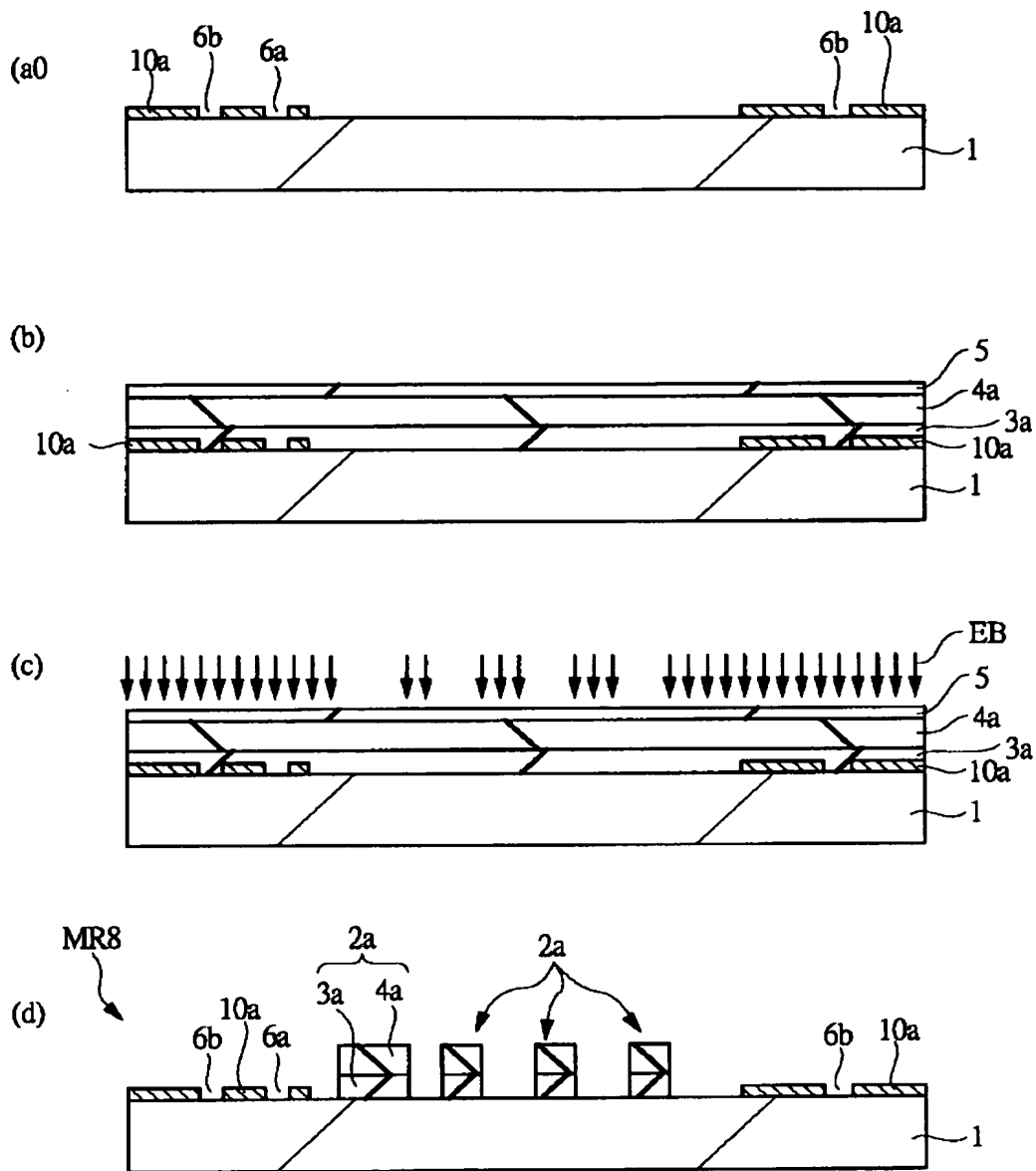
[Drawing 11]

 11



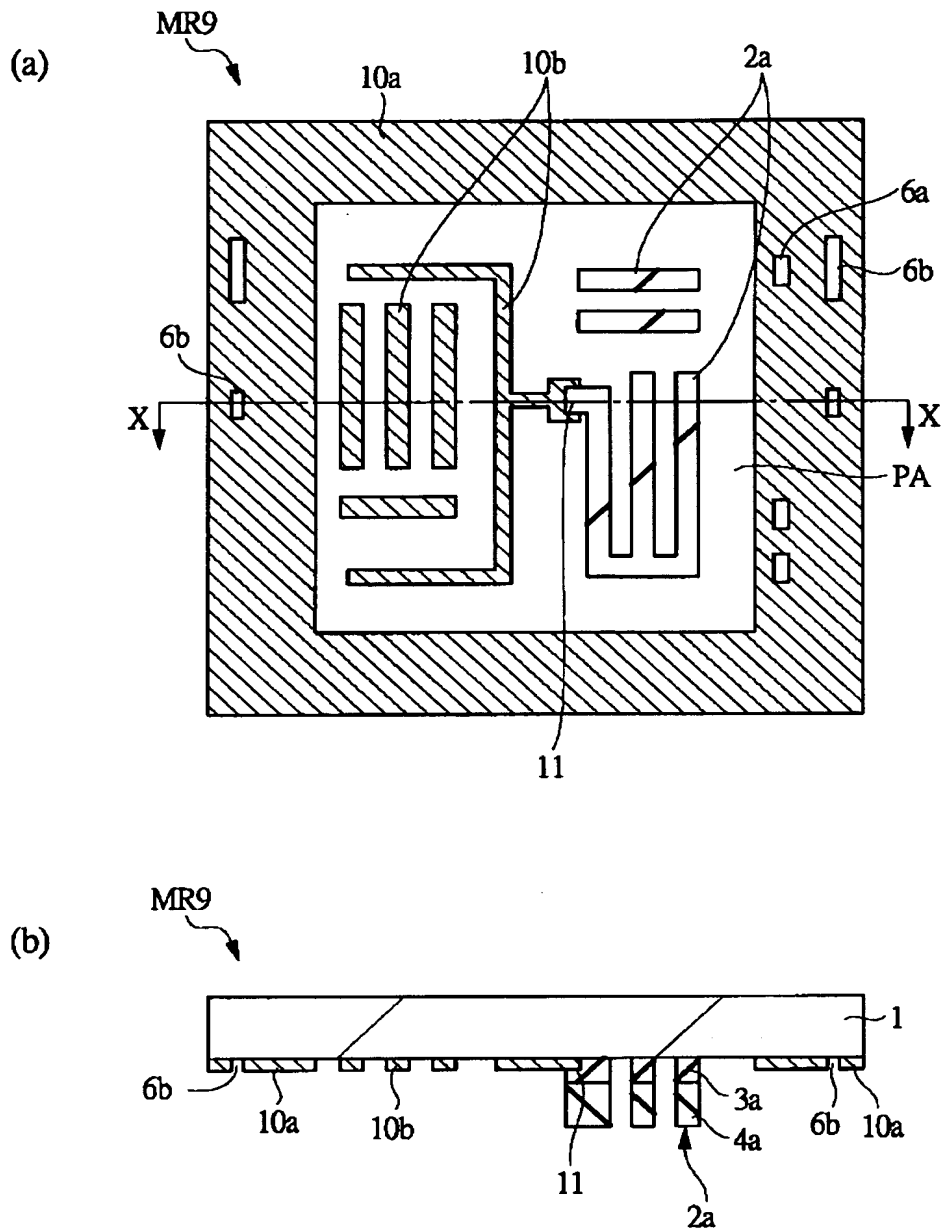
[Drawing 12]

12



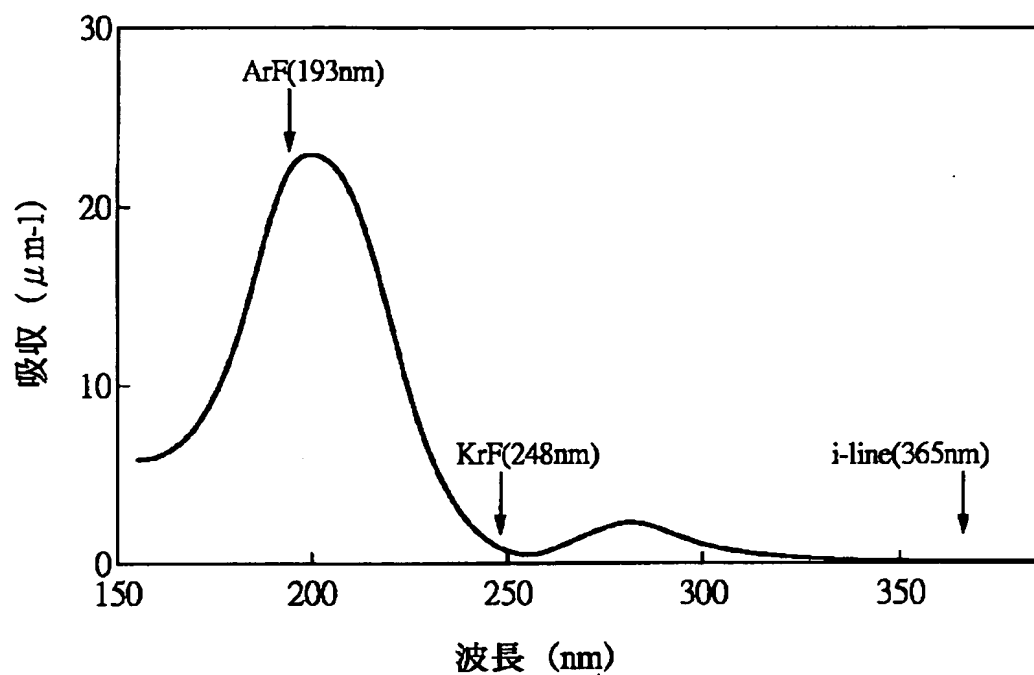
[Drawing 13]

13



[Drawing 14]

図 14



[Translation done.]